



**PEDRO MANUEL
PIRES GARCIA**

PROSPECÇÃO NA QUINTA DO CÔVO



Universidade de Aveiro Departamento de Geociências
Ano 2009

**PEDRO MANUEL
PIRES GARCIA**

PROSPECÇÃO NA QUINTA DO CÔVO

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica, ramo Recursos Geológicos, realizada sob a orientação científica do Doutor Fernando Ernesto Rocha de Almeida, Professor Associado do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais Fina e Tó

o júri

presidente

Prof. Doutor Jorge Manuel Pessoa Girão Medina
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Fernando Ernesto Rocha de Almeida
Professor Associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Jorge Manuel Cabral Machado de Carvalho
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Fernando Ernesto Rocha de Almeida, pelo conhecimento que me proporcionou, pela paciência, orientação e incentivo ao longo do trabalho.

Ao Dr. João Tiago Tavares, arqueólogo, pela partilha de conhecimento e pelo apoio prestado ao longo do trabalho.

Ao D. Sebastião de Castro e Lemos por permitir a realização deste estudo na sua propriedade.

Ao Sr. João Graça pelo apoio prestado durante a fase de prospecção magnética.

Aos professores, colegas e amigos que me apoiaram ao longo do projecto.

Aos meus pais, ao meu irmão, aos meus avós e à Laura, por todo o apoio incondicional e compreensão.

palavras-chave

Côvo, forno, vidro, SIG, amostragem de solo, prospecção magnética, magnetómetro de protões.

resumo

Esta dissertação procurou contribuir para a localização dos antigos fornos da Fábrica de Vidros do Côvo (1520-1924), localizada no concelho de Oliveira de Azeméis.

O Mestrado em Engenharia Geológica foi realizado no âmbito de um protocolo, assinado entre a Universidade de Aveiro e a Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis integrado num projecto de estudo da Quinta do Côvo.

O trabalho foi desenvolvido em duas fases. A primeira consistiu em trabalhos de gabinete, usando os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), na qual se pretendeu reunir o máximo de informação possível sobre a região em questão. Na segunda fase, foram usados métodos de amostragem de solos e de prospecção geofísica, para identificar potenciais pontos com interesse arqueológico.

Na primeira fase, apoiada no SIG, vectorizou-se informação geográfica histórica, da carta 1:50000 Bessel-Bonne revista em 1935, ou anterior, e até à época actual, para estudar o desenvolvimento em torno da Quinta do Côvo. Nesta fase, fez-se a análise de informação raster de ortofotos de cor e infravermelhos para tentar definir zonas que porventura estejam associadas à produção do vidro. Os resultados obtidos permitiram delimitar zonas para a realização da prospecção geofísica e arqueológica.

A segunda fase teve apoio numa base cartográfica produzida anteriormente e, incidiu em trabalhos de campo onde se recolheu informação do campo magnético georreferenciada para posterior representação cartográfica e interpretação conjunta com informações de georadar efectuada em paralelo pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no projecto de estudo da Quinta do Côvo.

keywords

Côvo, kiln, glass, GIS, soil sampling, magnetic prospection, proton magnetometer.

abstract

This thesis intent to contribute for the localization of the old furnaces of the Côvo's Glass Factory (1520-1924), locates in the Oliveira de Azeméis County. The Master in Geological Engineering was achieved due to a protocol, signed between the Aveiro University and the City Council of Oliveira de Azeméis, integrated in the Côvo's Farm study project.

The work was developed in two phases. The first consisted in office works, using the Geographic Information Systems (GIS), witch intended to gather the maximum of possible information about the region in question. On the second phase, soil sampling methods and geophysical prospect ion were used to identify potential points with archaeological interest.

In the first phase, supported by GIS, geographic historic information was vectorized, from the topographical plan 1:50000 Bessel-Bonne review in 1935, or earlier, and through the current epoch, to study the development around the Côvo's Farm. In this phase, was made the analysis of raster information of colour and infrared orthophotos to try to define zones witch may be possibly associated to the glass production. The obtained results allowed delimiting zones for the accomplishment of geophysical and archaeological prospection.

The second phase had support in a cartographic basis produced earlier and, focused in fieldwork where georeferenced information of the magnetic field have been collect for latter cartographic representation and concerted interpretation with GPR informations performed in parallel by Engineering Faculty of Porto University, in the Côvo's Farm study project.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | 3 |
| ABREVIATURAS | 8 |
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1. Objectivo do trabalho..... | 9 |
| 1.2. Divisão e subdivisão dos capítulos..... | 9 |
| 1.3. Enquadramento..... | 10 |
| 1.3.1. Enquadramento geográfico | 10 |
| 1.3.2. Enquadramento histórico..... | 11 |
| 1.3.3. Enquadramento geológico e geomorfológico | 14 |
| 1.4. Considerações iniciais..... | 16 |
| 1.5. Procedimento e preparação do trabalho | 20 |
| 2. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA | 21 |
| 2.1. Considerações iniciais..... | 21 |
| 2.2. Informação histórica vectorial..... | 22 |
| 2.3. Informação cartográfica recente..... | 24 |
| 2.4. Análise e interpretação da informação cartográfica | 24 |
| 2.4.1. Análise global | 24 |
| 2.4.2. Análise local | 28 |
| 2.5. Conclusões do capítulo | 34 |
| 3. RECONHECIMENTO DO TERRENO E AMOSTRAGEM DE SOLOS | 35 |
| 3.1. Reconhecimento do terreno | 35 |
| 3.2. Amostragem de solos..... | 36 |
| 3.2.1. Recolha das amostras..... | 37 |
| 3.2.2. Análise e catalogação da fracção graúda das amostras | 41 |
| 3.2.3. Representação dos resultados e zonamento do potencial arqueológico | 43 |
| 3.2.4. Geoquímica de solos..... | 47 |
| 3.3. Conclusões do capítulo | 49 |
| 4. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA | 51 |
| 4.1. Introdução | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2. Métodos e técnicas..... | 53 |
| 4.3. Método magnético..... | 55 |
| 4.3.1. Equipamento utilizado | 56 |
| 4.3.2. Teste do método magnético no Campus Universitário de Aveiro | 58 |
| 4.4. Método magnético na Quinta do Côvo | 61 |
| 4.4.1. Processamento e interpretação do sector C da área 10 | 64 |
| 4.4.1.1. Processamento..... | 64 |
| 4.4.1.2. Interpretação | 67 |
| 4.4.2. Processamento e interpretação da área total..... | 72 |
| 4.5. Conclusões do capítulo | 78 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 79 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 81 |
| ANEXOS | 83 |
| Anexo 1 – Amostras do solo da Quinta do Côvo..... | i |
| Anexo 2 – Detalhe dos métodos do plano de trabalho..... | ii |
| Anexo 3 – Síntese das fases de trabalho..... | iii |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 – Área aproximada da Quinta do Côvo, delimitada a partir das linhas de cumeada (datum 73 Hayford Gauss IPCC)..... | 11 |
| Figura 1.2 – Imagem retirada do <i>Jornal do Centro Vidreiro de 1954</i> , onde está assinalada toda a indústria vidreira da época. | 12 |
| Figura 1.3 – Imagem de um forno antigo da Fábrica de Vidros Gallo, na Marinha Grande, retirado do <i>Livro de Comemoração dos 100 anos de aniversário da fábrica, de 1999</i> | 13 |
| Figura 1.4 – Forno de vidro da antiga Fábrica Jasmim na Marinha Grande, em que se utilizava lenha como combustível. Fotografia disponível em http://papagaioazul.weblog.com.pt/arquivo/Jasmim%20009a.JPG | 13 |
| Figura 1.5 – Excerto modificado (datum 73 Hayford Gauss IPCC) da folha 13-D da carta geológica de Portugal de 2005 (1:50000) sobreposto com a área da Quinta do Côvo. | 15 |
| Figura 1.6 – Representação no datum 73 Hayford Gauss IPCC, da carta 13-D de 1935 (1:50000), onde se podem observar casas que não existem actualmente, nomeadamente numa área a sul da quinta, perto da pedreira de Vermoim. De assinalar também que a sua localização e evolução bordejam a área a oeste da quinta. | 17 |
| Figura 1.7 – Fotografias aéreas aproximadamente de 1980 (direita) e de data anterior, mas indeterminada (esquerda), no datum 73 Hayford Gauss IPCC. A mancha cinza escuro corresponde a áreas com vegetação, enquanto que as manchas a cinza claro e a branco correspondem a áreas com falta dela..... | 18 |
| Figura 1.8 – Comparação, da esquerda para a direita, entre localização espacial da vegetação entre 1935 e 1980, até à actual, no datum 73 Hayford Gauss IPCC. A imagem mais à direita corresponde à sobreposição das outras três imagens, que mostra a área edificada da quinta sempre sem vegetação. | 19 |
| Figura 2.1 – Geologia da Quinta do Côvo (datum 73 Hayford Gauss IPCC), vectorizada no ArcMap a partir da folha 13-D da carta geológica de Portugal de 2005 (1:50000). | 21 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.2 – Localização hipotética dos dados históricos, representada no datum 73 Hayford Gauss do IPCC, a partir das Informações para a <i>Estatística Industrial, publicadas pela Repartição de Pesos e Medidas – Distrito de Aveiro, Lisboa, Imprensa Nacional, 1867</i> . Considerando a casa senhorial no mesmo local que está implantada actualmente (esquerda) e a sul desta (direita)..... | 23 |
| Figura 2.3 – Cartografia actual da área da Quinta do Côvo, cedida pelo Gabinete de SIG da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis (datum 73 Hayford Gauss IPCC). | 24 |
| Figura 2.4 – Vectorização das curvas de nível (datum 73 Hayford Gauss IPCC), baseada nas cartas militares 154 e 164 de 1974 (1:25000)..... | 25 |
| Figura 2.5 – Representação do modelo digital do terreno e do campo de visão desde a zona edificada da Quinta do Côvo (datum 73 Hayford Gauss IPCC). | 26 |
| Figura 2.6 – Delimitação da área local de estudo e das sete sub-áreas iniciais (datum 73 Hayford Gauss IPCC)..... | 27 |
| Figura 2.7 – Fotografia antiga da Fábrica da Vidreira do Côvo no último quartel do século XIX, onde está assinalada a chaminé do forno..... | 28 |
| Figura 2.8 – Imagem virtual construída em 3D no ArcScene (direita) e fotografia antiga da Fábrica da Vidreira do Côvo onde se pode observar uma chaminé (esquerda). Na imagem 3D estão representados com alguma transparência um edifício que já não existe (rosa) e duas árvores (verde)..... | 29 |
| Figura 2.9 – Imagem onde é observada segundo um alinhamento, a localização hipotética da chaminé de um forno da antiga Fábrica de Vidro do Côvo (datum 73 Hayford Gauss IPCC)..... | 30 |
| Figura 2.10 – Imagem em ArcScene, onde são observadas as possíveis linhas de água destinadas a tocar o engenho hidráulico, provenientes do Ribeiro dos Caulinos. | 31 |
| Figura 2.11 – Imagem de falsa cor (a) , da banda 1 ou infra-vermelho próximo (b) , da banda 2 ou vermelho (c) e da banda 3 ou verde (d) , no datum 73 Hayford Gauss IPCC. Na figura estão representadas as curvas de nível (azul claro) e as linhas de água (azul escuro). | 32 |

| | |
|---|----|
| Figura 2.12 – Imagens da diferença entre o infravermelho próximo e o vermelho (a) e da razão entre o infravermelho próximo e o vermelho (b), no datum 73 Hayford Gauss IPCC..... | 33 |
| Figura 3.1 – Subdivisões em áreas nas terceira e quarta fases do projecto (datum 73 Hayford Gauss IPCC)..... | 36 |
| Figura 3.2 – Preparação dos pontos de amostragem recorrendo a um <i>buffer</i> de 10m (datum 73 Hayford Gauss IPCC)..... | 38 |
| Figura 3.3 – GPS Magellan SporTrak, usado durante as fases de reconhecimento do terreno, de recolha de amostras e de prospecção magnética..... | 39 |
| Figura 3.4 – Imagens referentes à recolha, acondicionamento e identificação das amostras..... | 39 |
| Figura 3.5 – Localização dos pontos de amostragem no datum 73 Hayford Gauss IPCC..... | 40 |
| Figura 3.6 – Peneiros de 4mm, de 2mm e o recipiente, de cima para baixo, respectivamente (a) e algumas amostras devidamente catalogadas (b). | 41 |
| Figura 3.7 – Exemplo da amostra Covo7 onde são perceptíveis as diferentes granulometrias do quartzo (matéria-prima), bem como os dois tipos encontrados. | 42 |
| Figura 3.8 – Imagem representativa do crescimento prismático do quartzo proveniente de um filão que preenche fracturas abertas, retirado da zona do engenho hidráulico de fragmentação, no ponto Covo47..... | 43 |
| Figura 3.9 – Distribuição do vidro (à esquerda) e da vidraça (à direita) no datum 73 Hayford Gauss IPCC..... | 44 |
| Figura 3.10 – Distribuição do quartzo (Qz), representado em termos de tipo de material encontrado (datum 73 Hayford Gauss IPCC)..... | 44 |
| Figura 3.11 – Distribuição do quartzo quanto à granulometria, associada ao processo de fragmentação (datum 73 Hayford Gauss IPCC). | 45 |
| Figura 3.12 – Distribuição do carvão (à esquerda), da escória (ao centro) e da cerâmica (à direita), no datum 73 Hayford Gauss IPCC. | 45 |
| Figura 3.13 – Zonas de elevado potencial arqueológico, considerando a distribuição espacial dos materiais da fracção graúda das amostras que podem | |

| | |
|--|----|
| estar associados a fornos e a engenhos de fragmentação (datum 73 Hayford Gauss IPCC). | 46 |
| Figura 3.14 – Imagem representativa do processo nas fases de peneiração, moagem e pesagem das amostras. | 47 |
| Figura 4.1 – Subdivisão da área de estudo reajustada em sectores, separada de acordo com os métodos geofísicos empregues (datum 73 Hayford Gauss IPCC). | 52 |
| Figura 4.2 – Representação no ArcScene dos edifícios da Quinta do Côvo, das linhas de água e dos sectores alvo da prospecção magnética sobrepostos com as áreas anteriormente definidas. | 54 |
| Figura 4.3 – Variação da intensidade do campo magnético (nT), à esquerda e inclinação magnética do campo terrestre, à direita. | 55 |
| Figura 4.4 – Magnetómetro de protões G-856 da Geometrics Inc..... | 57 |
| Figura 4.5 – Sensores montados em modo gradiómetro, que podem ter utilização vertical ou horizontal. | 57 |
| Figura 4.6 – Esquemas típicos de uma malha de prospecção magnética de campo total, realizada nos dois sentidos (esquerda) ou num só sentido (direita). .. | 58 |
| Figura 4.7 – Localização da área de estudo, alvo de prospecção magnética (datum 73 Hayford Gauss IPCC) e fotografia da estrutura metálica em ferro no interior do poço..... | 59 |
| Figura 4.8 – MagMap2000, onde se descarregam os dados adquiridos e se fez algum ajuste necessário na malha usada. | 60 |
| Figura 4.9 – Gradiente vertical em 2D (esquerda) e em 3D (direita)..... | 60 |
| Figura 4.10 – Representação dos dados do campo magnético do sensor de baixo no programa MagPick. | 61 |
| Figura 4.11 – Sectores onde foram adquiridos dados de magnetometria (datum 73 Hayford Gauss IPCC)..... | 62 |
| Figura 4.12 – Campanha de prospecção magnética na área 6, sector A (em cima e em baixo) e na área 10, sector A (à direita). | 63 |
| Figura 4.13 – Aquisição de dados, com o magnetómetro de protões em modo gradiómetro, na área 4, sector A (à esquerda) e na área 6, sector A (à direita)... | 63 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.14 – Fotografia do sector C da área 10, apelidado de Picadeiro Exterior. | 64 |
| Figura 4.15 – Esquema da malha de prospecção magnética de campo total, realizada no patamar correspondendo ao sector C da área 10..... | 65 |
| Figura 4.16 – Representação do campo magnético terrestre ao longo da malha, referente às leituras do sensor inferior (a vermelho), superior (a azul) e ao gradiente vertical (a verde), tal como foram adquiridos (à esquerda) e depois de tratados (à direita) com <i>despike</i> | 65 |
| Figura 4.17 – Sensores inferior (a), superior (b) e gradiente vertical (c), antes e depois do <i>despike</i> | 66 |
| Figura 4.18 – Resultados após tratamento dos dados no MagPick, do sector C da área 10, obtidos a partir do sensor superior..... | 68 |
| Figura 4.19 – Resultados após tratamento dos dados no MagPick, do sector C da área 10, obtidos a partir do sensor inferior..... | 69 |
| Figura 4.20 – Processamento e interpretação dos dados de georadar provenientes do Picadeiro Exterior, que corresponde ao sector C da área 10. ... | 70 |
| Figura 4.21 – Variações da direcção e da inclinação do Campo Magnético Terrestre em França durante os últimos três milénios, com todos os dados reduzidos a Paris (Le Goff, 1990; Le Goff et al., 1992). | 71 |
| Figura 4.22 – Representação no ArcMap do campo magnético terrestre após <i>despike</i> , no sensor de cima, no sensor de baixo e do gradiente vertical, no datum 73 Hayford Gauss IPCC..... | 72 |
| Figura 4.23 – Representação do potencial arqueológico com base nos valores do campo magnético terrestre no sensor inferior (à esquerda) e no sensor superior (à direita), no datum 73 Hayford Gauss IPCC. | 76 |
| Figura 4.24 – Representação do potencial arqueológico com base nos valores do campo magnético do gradiente vertical (à esquerda) e a mesma representação na planta da Quinta do Côvo (à direita), no datum 73 Hayford Gauss IPCC. | 77 |

ABREVIATURAS

ESRI – Environmental Systems Research Institute (Instituto de Pesquisa de Sistemas Ambientais)

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GIS – Geographic Information Systems (Sistemas de Informação Geográfica)

GPR – Ground Penetration Radar (Radar de Penetração no Solo)

GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

IPCC – Instituto Português de Cartografia e Cadastro

MDT – Modelo Digital do Terreno

UA – Universidade de Aveiro

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objectivo do trabalho

O principal objectivo deste trabalho foi definir locais com potencial arqueológico, referentes a fornos e a infra-estruturas da antiga Fábrica de Vidros do Côvo. Para o efeito foi criada uma base de dados num sistema de informação geográfica (SIG) e efectuou-se amostragem de solos assim como prospecção geofísica.

1.2. Divisão e subdivisão dos capítulos

O trabalho está organizado em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo, denominado introdução são descritos os objectivos, o enquadramento geográfico, histórico, geológico e geomorfológico, as considerações iniciais, o procedimento e a preparação do trabalho.

No segundo capítulo, sistemas de informação geográfica, são apresentadas considerações, informações histórica vectorial e cartográfica recente, análise global e local, interpretação desta informação e as respectivas conclusões do capítulo.

No terceiro capítulo, com o título reconhecimento do terreno e amostragem de solos, são abordados o reconhecimento do terreno, a amostragem de solos, a recolha das amostras, a análise e catalogação da fracção graúda, a representação dos resultados, o zonamento do potencial arqueológico, a geoquímica da fracção fina do solo e as consequentes conclusões.

No quarto capítulo, a prospecção geofísica, aborda os métodos e técnicas usados dando especial destaque ao método magnético, equipamento utilizado, o teste da área de influência das anomalias, o método magnético na Quinta do Côvo, processamento e interpretação da área total de estudo e representação dos resultados.

No quinto e último capítulo, são referidas todas as conclusões retiradas deste trabalho.

1.3. Enquadramento

Este trabalho de dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Geológica, ramo Recursos Geológicos realizou-se no âmbito de um protocolo entre a Universidade de Aveiro (UA) e a Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis e enquadrou-se num amplo projecto de estudo da Quinta do Côvo onde se procurou valorizar a vertente Aqueologia Industrial e que envolveu várias instituições como o Gabinete de Arqueologia da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), responsável pela prospecção geofísica por georadar.

1.3.1. Enquadramento geográfico

O trabalho foi todo referido tendo por base o datum e o sistema de coordenadas: Datum 73 Hayford Gauss do Instituto Português de Cartografia e Cadastro (IPCC).

A Quinta do Côvo situa-se na zona norte de Portugal, no distrito de Aveiro, no concelho de Oliveira de Azeméis e estende-se por quatro freguesias, São Roque, Ossela, Pindelo e Oliveira de Azeméis.

A zona de edificado da quinta localiza-se na freguesia de São Roque muito próxima da estrada nacional 224 (N224), que liga Oliveira de Azeméis a Vale de Cambra.

A área do Côvo envolve aproximadamente 3Km² e é atravessada sensivelmente a meio pelo rio Antuã.

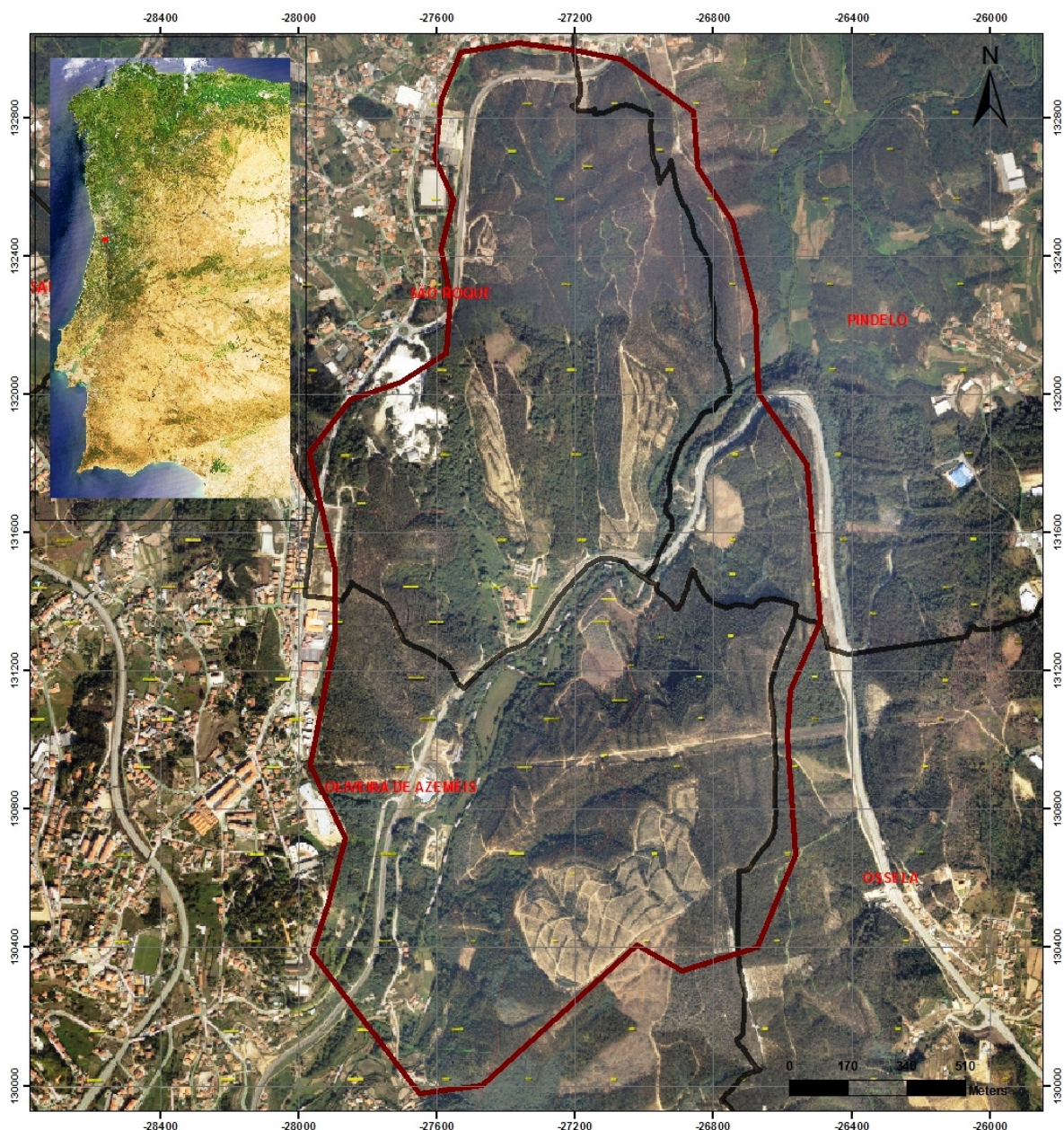


Figura 1.1 – Área aproximada da Quinta do Côvo, delimitada a partir das linhas de cumeada (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

1.3.2. Enquadramento histórico

No início do séc. XVI, um mestre vidreiro de origem castelhana de nome Pero Moreno ter-se-á instalado nos arredores de Oliveira de Azeméis. Pediu e recebeu em 1528 a carta de privilégio de D. João III, começando a produzir vidro na propriedade da Quinta do Côvo. A obtenção do exclusivo do fabrico e venda do

vidro poderá estar relacionada com o facto de este ser casado com uma jovem da família Olmedo, da qual faziam parte os capelães reais.

Trata-se seguramente da primeira fábrica de vidro do norte do país e possivelmente a primeira de Portugal (contudo existem referências documentais a outras, no sul do país, anteriores a essa data), como é referido na publicação *Bibliotheca de Instrução Profissional – Industria do Vidro* (1924):

“O que se póde afirmar com toda a exactidão é que a fabrica de vidro mais antiga do paiz é a Fabrica do Covo, fundada em 1690, mas os progressos verdadeiramente apreciaveis e mesmo extraordinarios da industria vidreira entre nós, datam da fundação da fabrica da Marinha Grande em 1769 sob a protecção valiosissima do Marquez de Pombal...”

A Fábrica da Vidreira do Covo ter-se-á mantido em funcionamento descontínuo desde 1520 até 1924, ano em que encerraria definitivamente.

Na figura 1.2, retirada do *Jornal dedicado à 6ª Festa de Confraternização dos que trabalham no Centro Vidreiro, Centro Vidreiro – Oliveira de Azeméis de 1954* é possível observar as inúmeras fábricas de vidro que existiam no concelho de Oliveira de Azeméis, que demonstra a importância que esta indústria teve para a região.

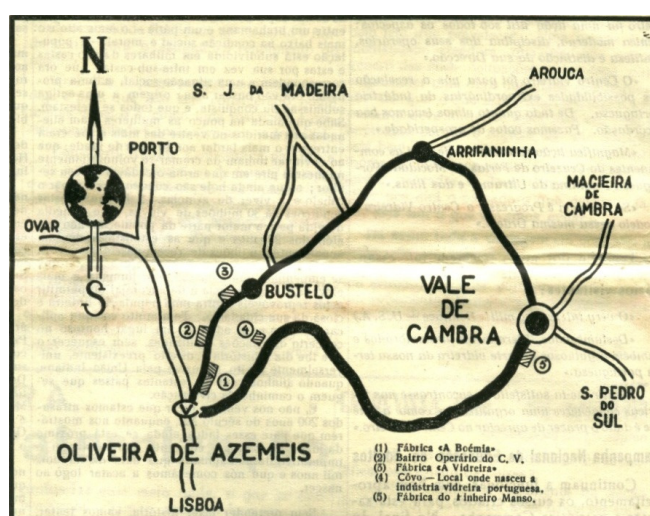


Figura 1.2 – Imagem retirada do *Jornal do Centro Vidreiro de 1954*, onde está assinalada toda a indústria vidreira da época.

Possivelmente, o aspecto do forno primitivo da Fábrica do Côvo poderá ser semelhante ao apresentado na figura 1.3, que mostra um forno antigo da Fábrica de Vidros Gallo na Marinha Grande.



Figura 1.3 – Imagem de um forno antigo da Fábrica de Vidros Gallo, na Marinha Grande, retirado do *Livro de Comemoração dos 100 anos de aniversário da fábrica, de 1999*.

Na figura 1.4 pode ser observado um forno de vidro da Fábrica Jasmim, também na Marinha Grande.



Figura 1.4 – Forno de vidro da antiga Fábrica Jasmim na Marinha Grande, em que se utilizava lenha como combustível. Fotografia disponível em <http://papagaioazul.weblog.com.pt/arquivo/Jasmim%20009a.JPG>.

Estes fornos (de colmeia ou câmara externa) redondos e sem gaseificação da madeira, ou seja, de queima directa da lenha, eram instalados no centro da sala. Dispunham de uma fornalha no sub-solo e um canal imediatamente abaixo do forno, com o encaminhamento dos fumos quentes para o interior da câmara, através de um orifício (ponto ou olhal) no centro da soleira sobre a qual estavam colocados os potes. A exaustão dos fumos da câmara de fusão por sua vez poderia ser directa, do interior do forno para o pavilhão onde ele estava instalado e onde os vidreiros trabalhavam respirando um ar misturado com os gases do forno (Loup, M., 2009).

Assim, é possível que existam cavidades associadas aos fornos, pelo que, o método de prospecção magnético dando resposta às zonas de aquecimento quando usado em associação com a prospecção por georadar, é a solução mais aconselhada. A prospecção geofísica também pode dar resposta a estruturas da fábrica e a eventuais escomboreiras associadas à produção do vidro.

Actualmente, na Quinta do Côvo, denominada Sociedade Agrícola da Quinta do Côvo Lda., existe criação de cães da raça *Labrador Retrievers* e hotel para cães.

1.3.3. Enquadramento geológico e geomorfológico

A área da Quinta do Côvo está situada sobre metassedimentos ligados à Faixa Blastomilonítica de Oliveira de Azeméis. Esta faixa faz parte do importante cisalhamento hercínico Porto-Tomar e nesta zona a orientação das estruturas geológicas é sensivelmente N-S.

Em termos geomorfológicos, a quinta corresponde a uma depressão ovalizada cujo eixo maior está alinhado segundo a orientação N-S, que está espacialmente associado a deformação frágil que controla o afloramento de uma crista quartzítica e estabelece o contacto entre metassedimentos: xistos ardosíferos e micaxistos.

A poente, o limite provável da quinta é definido por granitóides da Faixa Blastomilonítica e a nascente pelo grande Filão Metalífero constituído por quartzo localmente mineralizado fundamentalmente em cobre e chumbo (Pereira et al., 1980).

Na figura 1.5 pode observar-se o limite da Quinta do Côvo sobreposto a um excerto modificado da folha 13-D da Carta Geológica de Portugal de 2005.

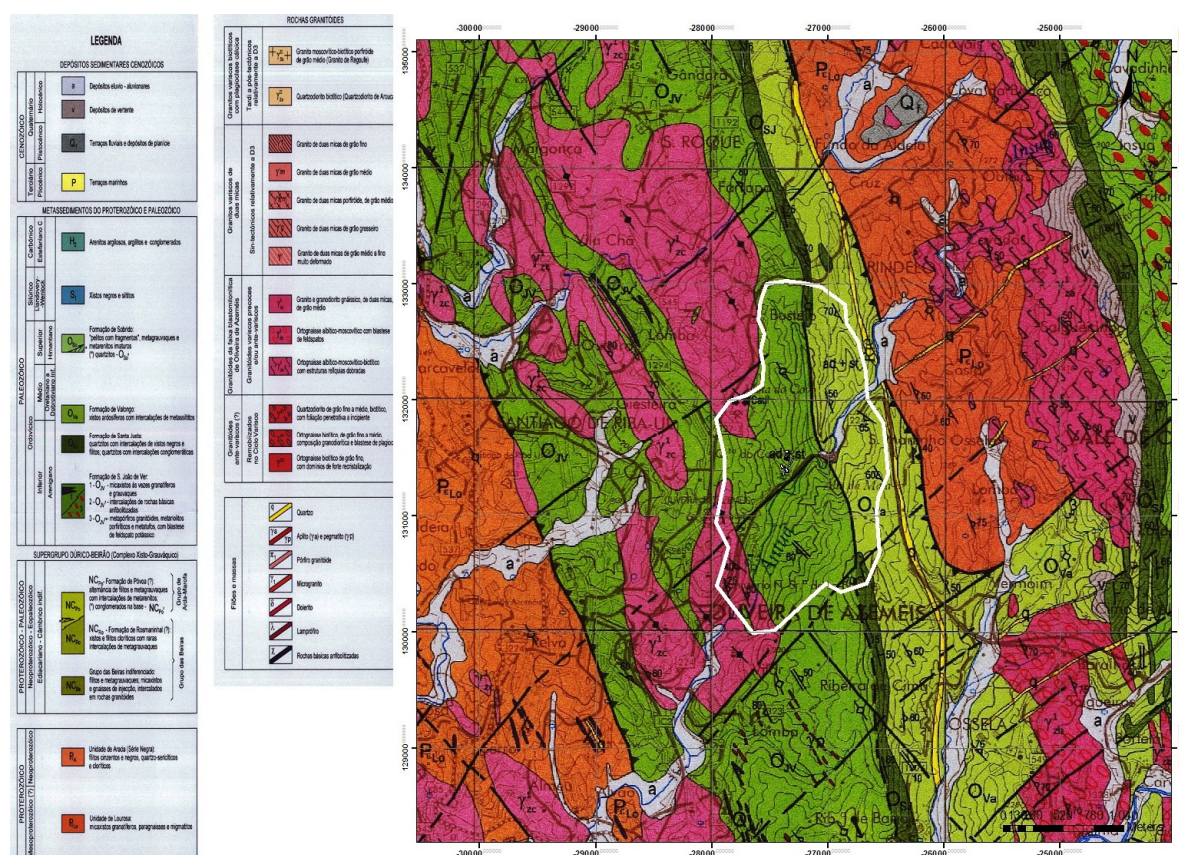


Figura 1.5 – Excerto modificado (datum 73 Hayford Gauss IPCC) da folha 13-D da carta geológica de Portugal de 2005 (1:50000) sobreposto com a área da Quinta do Côvo.

1.4. Considerações iniciais

Na fase inicial do projecto, não se dispunha do limite exacto da propriedade da quinta. A área da Quinta do Côvo representada anteriormente foi considerada tendo em conta que os limites cadastrais geralmente acompanham as linhas de cumeada.

Após a análise geológica, hidrográfica, orográfica, cobertura florestal, vias de comunicação e ocupação do território, definiu-se uma zona envolvente dos edifícios que estariam associados à Fábrica de Vidros do Côvo. Esta análise de natureza local permitiu definir áreas para efectuar prospecção geofísica que revelasse a localização de estruturas da antiga fábrica.

Em relação à ocupação populacional e vias de comunicação, a análise espacial do terreno permite verificar que por um lado o limite da propriedade estará condicionado pela morfologia e que por outro, se nota que a ocupação das casas está condicionada pelo próprio limite da quinta, como é mostrado na carta 13-D revista em 1935 (figura 1.6). Nesta carta, pode-se verificar que dentro da área em estudo está marcada a via (a amarelo) que liga Oliveira de Azeméis a Vermoim, que corresponde aproximadamente ao traçado actual. A SE, existe um caminho alternativo que entra na área presumida como sendo o limite da quinta.

A rede de caminhos relativa a 1974, representada a amarelo na figura 1.6, parece limitar a propriedade e parece promissor elaborar trabalho que permitisse classificar os caminhos com base no tipo de pavimento, largura das vias e outras características importantes. Deste modo, poderá fazer-se uma tentativa para identificar trajectos que terão servido para o eventual transporte de materiais e para a deslocação dos operários.

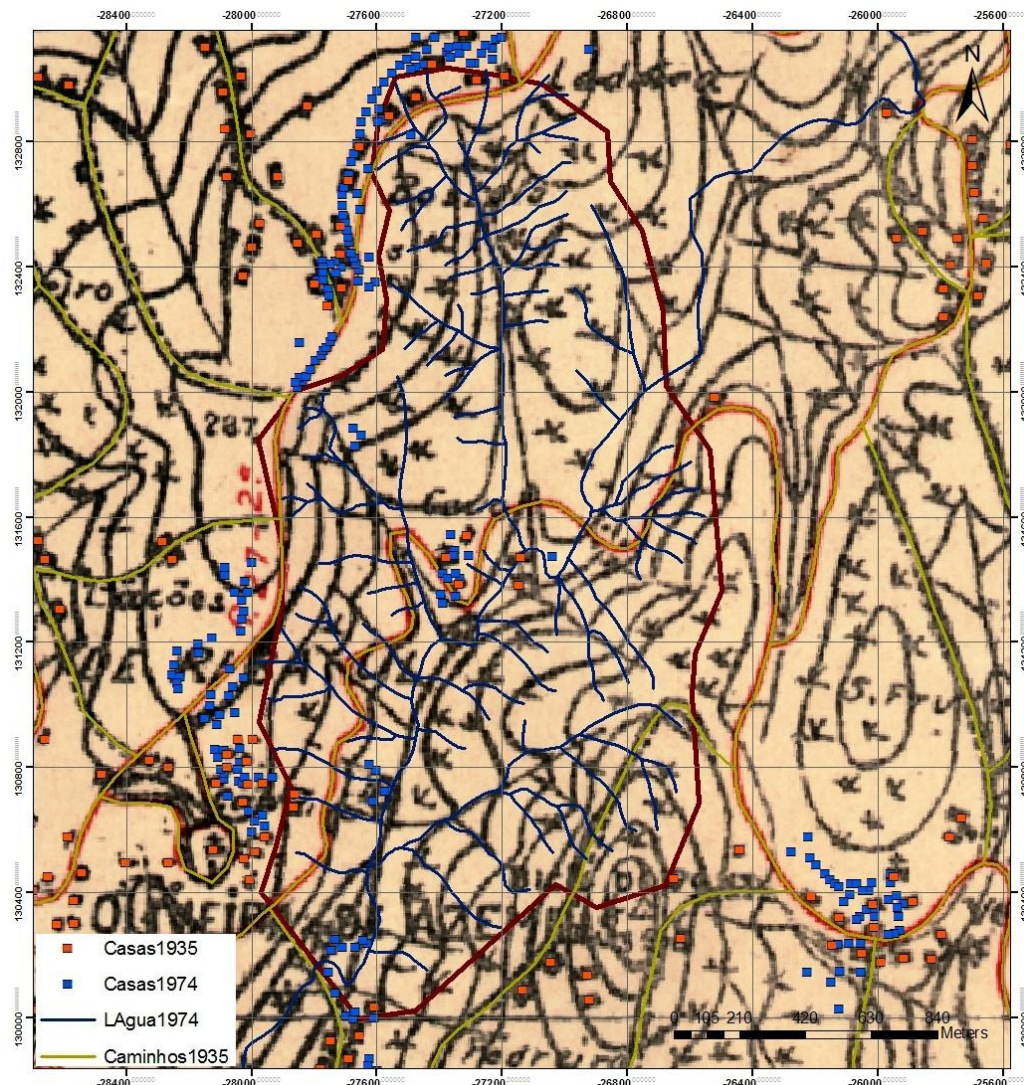


Figura 1.6 – Representação no datum 73 Hayford Gauss IPCC, da carta 13-D de 1935 (1:50000), onde se podem observar casas que não existem actualmente, nomeadamente numa área a sul da quinta, perto da pedreira de Vermoim. De assinalar também que a sua localização e evolução bordejam a área a oeste da quinta.

Quanto à cobertura vegetal, tendo por base extractos rectificados de duas fotografias aéreas para serem sobrepostas ao ortofotomapa, uma aproximadamente de 1980 e outra de data anterior, mas indeterminada, foi possível comparar as manchas florestais (figura 1.7).

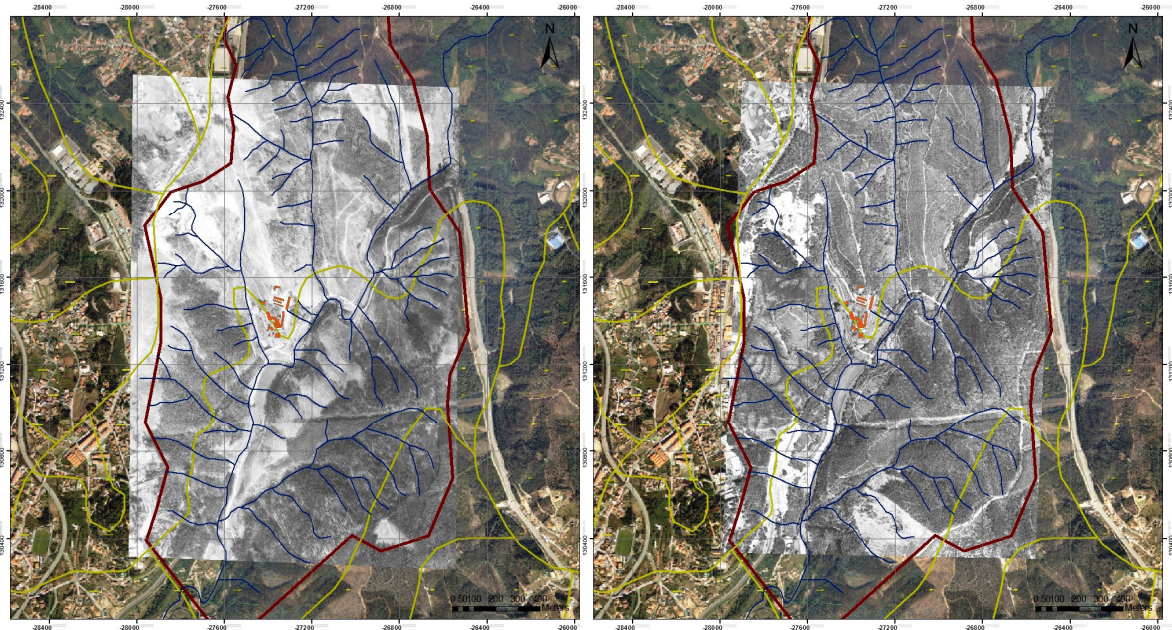


Figura 1.7 – Fotografias aéreas aproximadamente de 1980 (direita) e de data anterior, mas indeterminada (esquerda), no datum 73 Hayford Gauss IPCC. A mancha cinza escuro corresponde a áreas com vegetação, enquanto que as manchas a cinza claro e a branco correspondem a áreas com falta dela.

A análise da evolução da mancha de floresta ao longo do tempo permitiu definir zonas prováveis para a exploração da madeira e definir uma área em torno dos edifícios da quinta que nunca terá sido florestada (figura 1.8). Na imagem mais antiga (1935), à esquerda, observa-se a falta de vegetação na área da mata do Côvo, relacionada possivelmente com a sua utilização como combustível nos fornos da antiga vidreira.

Por este motivo, é reforçada a ideia da localização da fábrica neste local.

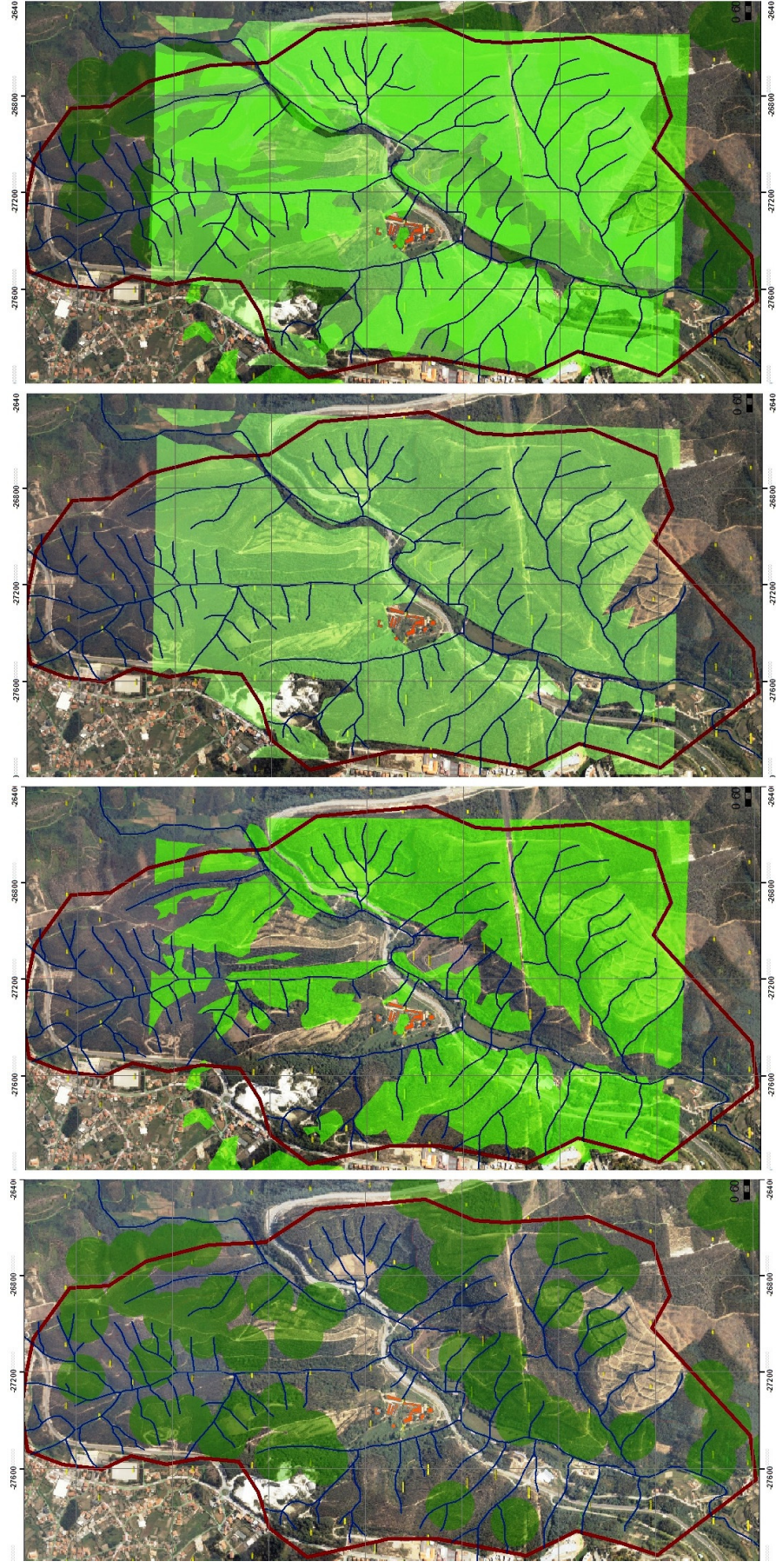


Figura 1.8 – Comparação, da esquerda para a direita, entre localização espacial da vegetação entre 1935 e 1980, até à actual, no datum 73 Hayford Gauss IPCC. A imagem mais à direita corresponde à sobreposição das outras três imagens, que mostra a área edificada da quinta sempre sem vegetação.

1.5. Procedimento e preparação do trabalho

Para preparar este trabalho, decidiu-se estabelecer um processo de cinco fases.

Uma primeira, cujo objectivo visou delimitar a área de estudo e definir sectores onde foram realizados trabalhos de campo. Para isso, criou-se uma base de dados em ambiente SIG, onde foram introduzidos todos os dados e resultados obtidos ao longo deste projecto.

Na segunda fase, integraram-se no SIG dados do reconhecimento do terreno e pesquisa de dados históricos. Daqui, foi possível fundamentar a delimitação do potencial arqueológico de cada sector.

Posteriormente, a terceira fase, que consistiu numa campanha, envolvendo um método de amostragem do solo a cerca de 30cm de profundidade, para tentar correlacionar os resultados obtidos com possíveis localizações de materiais ligados aos processos de fabrico do vidro.

Uma quarta fase, envolvendo prospecção geofísica nos sectores pré-estabelecidos, onde os dados, depois de analisados, processados e devidamente interpretados, foram integrados no ambiente SIG.

Na quinta e última fase, pretende-se fazer a síntese dos resultados, com o intuito de os divulgar assim como as metodologias usadas no trabalho de prospecção aplicada à arqueologia industrial.

2. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

2.1. Considerações iniciais

Este projecto foi todo desenvolvido no software ArcGis 9.3, recorrendo a uma licença de aluno para um ano, cedida com base num acordo entre a Universidade de Aveiro e a Environmental Systems Research Institute (ESRI).

No estudo global da quinta, vectorizaram-se dados como caminhos, linhas de água, casas, freguesias, toponímia, áreas florestadas e cartografia geológica, sendo alguma desta informação relativa a diferentes épocas desde 1935.

Estes dados são importantes para tentar compreender tanto a localização da quinta como a sua fronteira.

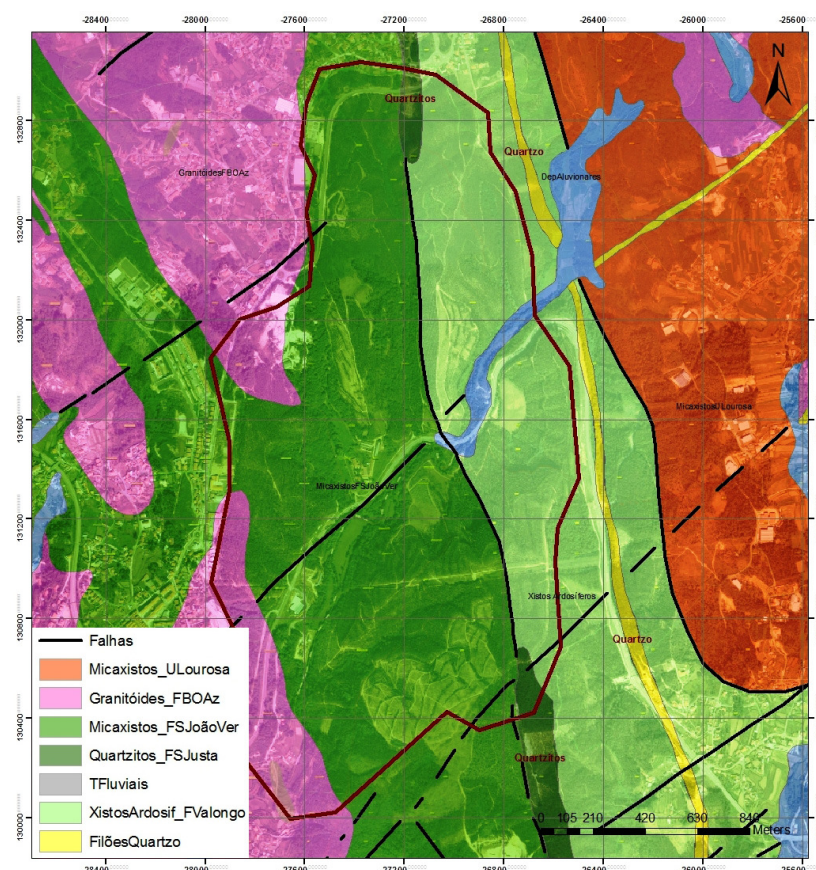


Figura 2.1 – Geologia da Quinta do Côvo (datum 73 Hayford Gauss IPCC), vectorizada no ArcMap a partir da folha 13-D da carta geológica de Portugal de 2005 (1:50000).

A área do Côvo está situada sobre metassedimentos ligados à Faixa Blastomilonítica de Oliveira de Azeméis. Esta faixa faz parte do importante cisalhamento hercínico Porto-Tomar e nesta zona a orientação das estruturas geológicas é sensivelmente N-S. As diferentes litologias dão relevos resistentes que condicionam a geomorfologia local e o padrão de drenagem revela a forma côncava da área global em estudo.

2.2. Informação histórica vectorial

Com base em documentos antigos referentes à indústria vidreira de Oliveira de Azeméis, mais precisamente relacionados com a antiga Fábrica de Vidros do Côvo, foi possível projectar no ortofotomapa a eventual localização, através de pontos, de algumas infra-estruturas da antiga fábrica.

Estes dados que podem ser consultados nas *Informações para a Estatística Industrial, publicadas pela Repartição de Pesos e Medidas – Distrito de Aveiro, Lisboa (Imprensa nacional, 1867)*, são um pouco vagos:

“Proximo da casa de habitação acham-se os fornos de estender collocados do lado do nascente, havendo tambem d’este lado um pisão de motor hydraulico, para triturar os differentes materiaes.”

“Os fornos de fusão estão situados ao norte do edificio, ficando do lado opposto a casa de fabricação de potes refractarios e cadinhos.”

No entanto, estas descrições só podem ser usadas convenientemente, conhecendo a localização exacta da casa senhorial, aquando da sua realização.

Segundo Costa (1955), Pero Moreno teria construído casas numa saliência do sopé da encosta, do lado poente. A encosta seria sobranceira ao rio e o forno terá sido construído junto às casas e o esporão onde assenta a propriedade actual fica entre o rio Antuã a nascente e o ribeiro dos caulinos a poente.

Esta descrição dá mais força à localização dos dados históricos na figura 2.2 à direita, em que a localização é mais proeminente sobre o esporão.

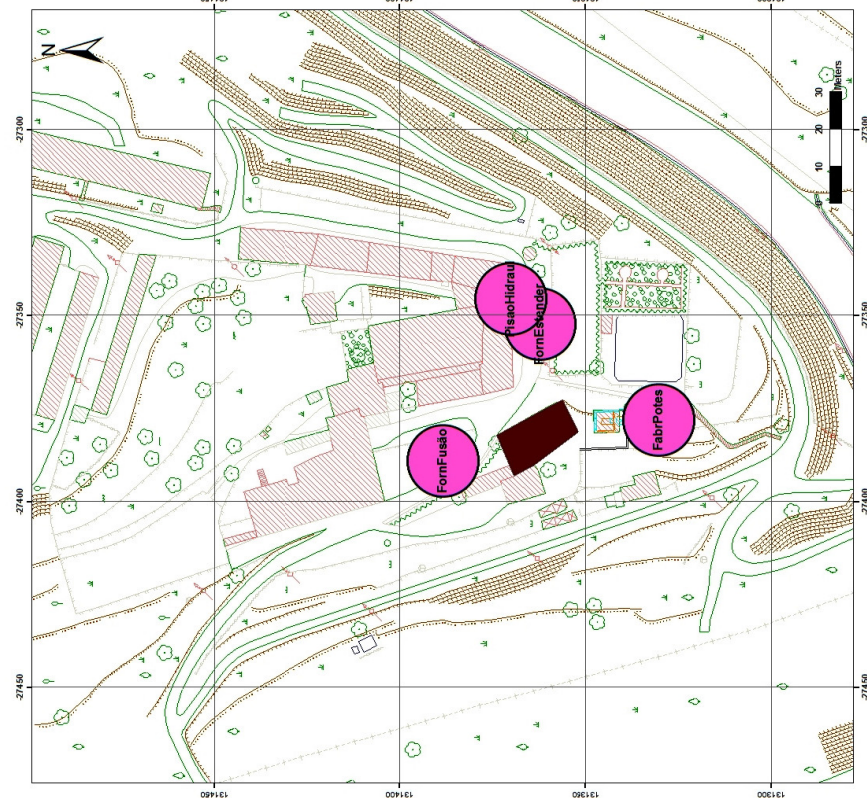


Figura 2.2 – Localização hipotética dos dados históricos, representada no datum 73 Hayford Gauss do IPCC, a partir das informações para a *Estatística Industrial, publicadas pela Repartição de Pesos e Medidas – Distrito de Aveiro, Lisboa, Imprensa Nacional, 1867*. Considerando a casa senhorial no mesmo local que está implantada actualmente (esquerda) e a sul desta (direita).

2.3. Informação cartográfica recente

Recorrendo a um ficheiro contendo informação cartográfica actual (figura 2.3) do concelho de Oliveira de Azeméis, cedido pelo Gabinete de SIG da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis e disponível em <http://portalgeografico.cm-oaz.pt/>, foi possível detectar alguns pormenores nas características da zona onde está inserida a área de estudo, como taludes e alguns edifícios.

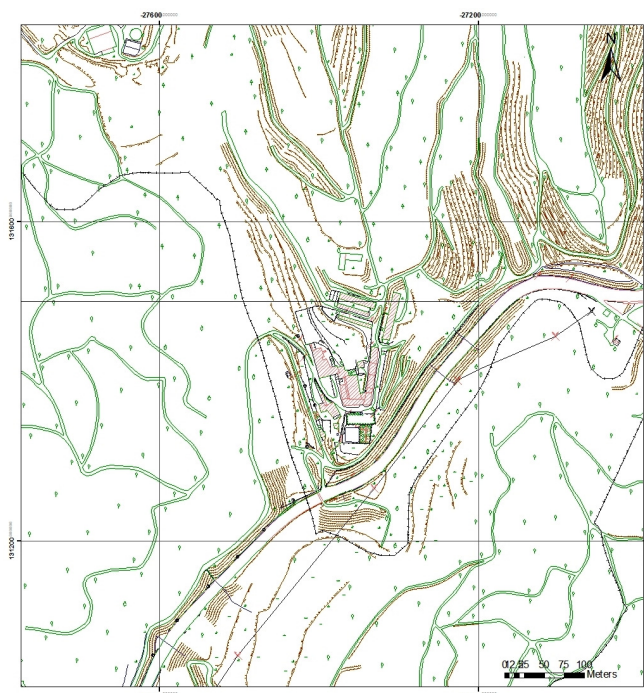


Figura 2.3 – Cartografia actual da área da Quinta do Côvo, cedida pelo Gabinete de SIG da Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

2.4. Análise e interpretação da informação cartográfica

2.4.1. Análise global

A informação cartográfica permitiu revelar a morfologia e a localização privilegiada da área dos edifícios da quinta, tendo em conta tanto o campo de visão a partir desta como o posicionamento central dos edifícios.

Julga-se que a escolha desta localização não tenha sido ao acaso, devido:

- ao transporte dos materiais que seria feito a descer;
- à proximidade do rio para eventual uso de energia hidráulica;
- à privacidade, resultante das instalações só serem visíveis quando se entra no limite da quinta e a vigilância dos terrenos;
- à optimização nos trajectos para o transporte da madeira, visto estar no centróide da depressão.

No ArcMap foram vectorizadas todas as curvas de nível correspondentes à área da quinta (figura 2.4), espaçadas de 10m, tendo por base as cartas militares 154 e 164 de 1974, do Serviço Cartográfico do Exército, à escala de 1:25000.

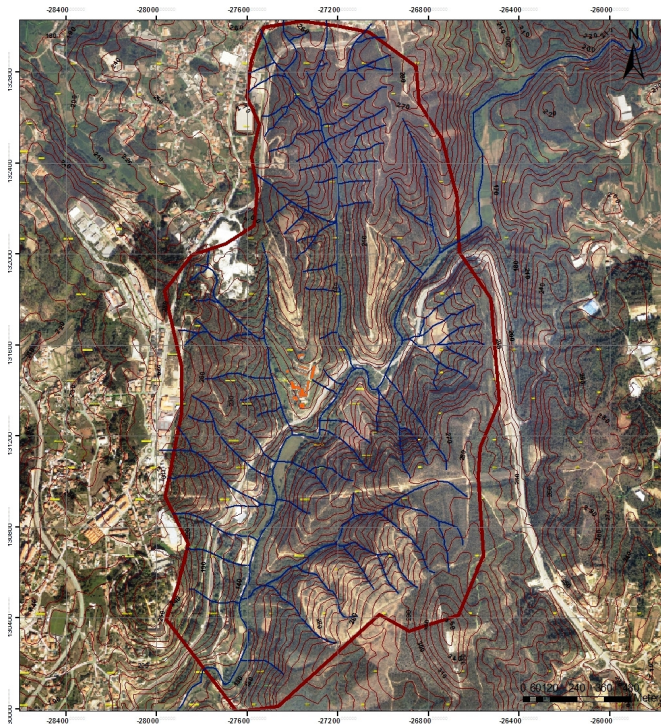


Figura 2.4 – Vectorização das curvas de nível (datum 73 Hayford Gauss IPCC), baseada nas cartas militares 154 e 164 de 1974 (1:25000).

O objectivo deste procedimento deveu-se ao facto de se pretender criar o modelo digital do terreno e observar qual o campo de visão a partir da quinta (figura 2.5), onde pode ser observado o posicionamento central dos edifícios da quinta e o campo de visão (a verde) bastante amplo a partir desse local.

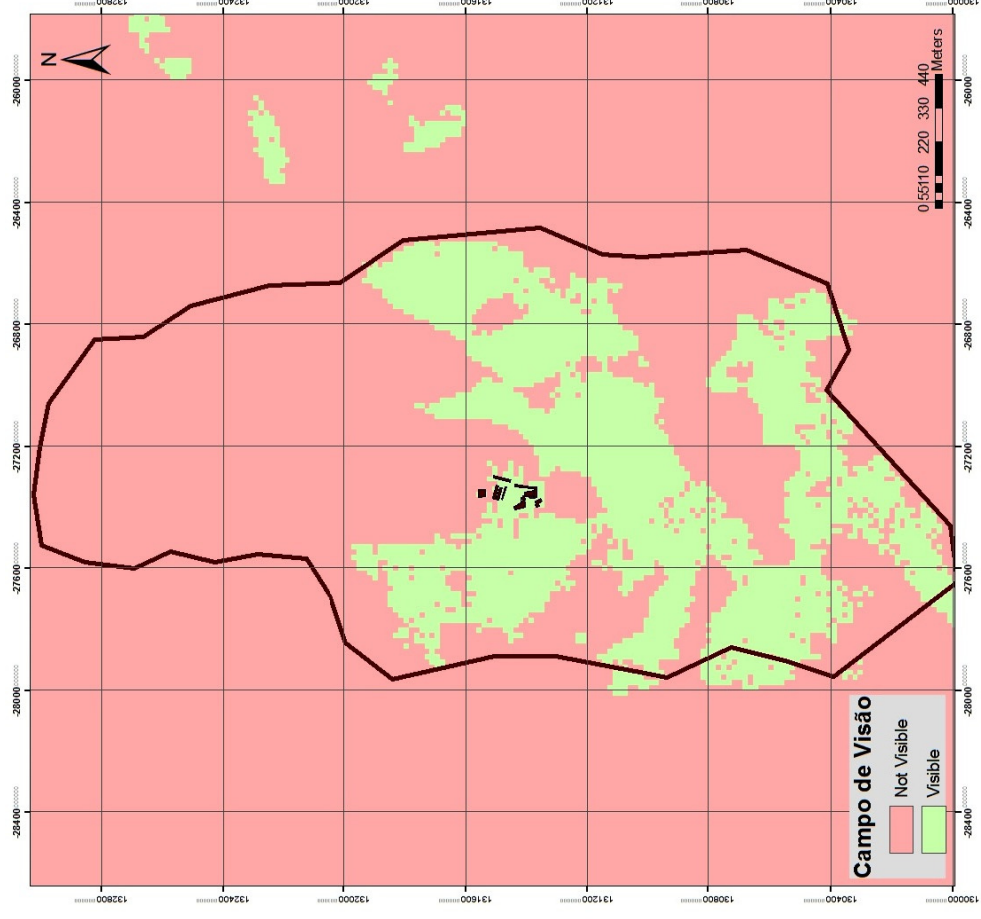
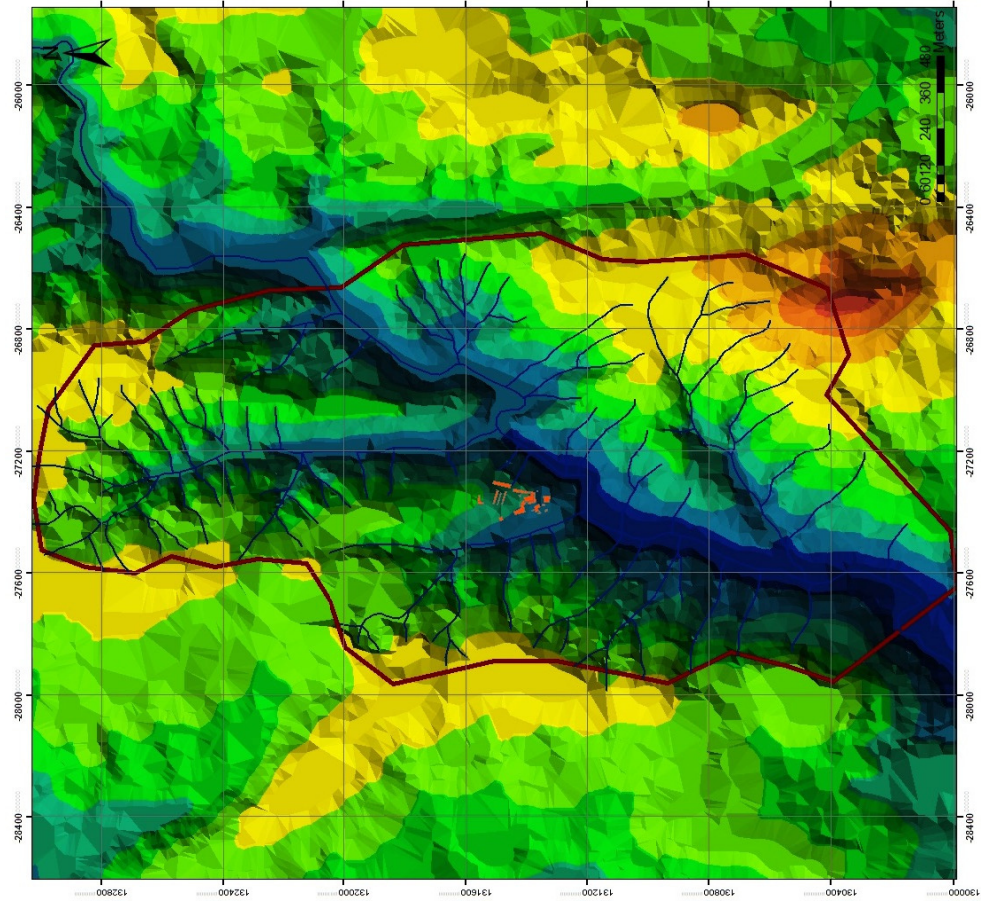


Figura 2.5 – Representação do modelo digital do terreno e do campo de visão desde a zona edificada da Quinta do Côvo (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

Universidade de Aveiro

2.4.2. Análise local

Quanto à análise local, esta requereu recolha de informação e reconhecimento do terreno para uma melhor caracterização da área, no trabalho realizado.

Durante esta fase do trabalho, foi identificada uma chaminé mostrada numa fotografia antiga do século XIX (figura 2.7) da Fábrica da Vidreira do Côvo, que não existe actualmente.

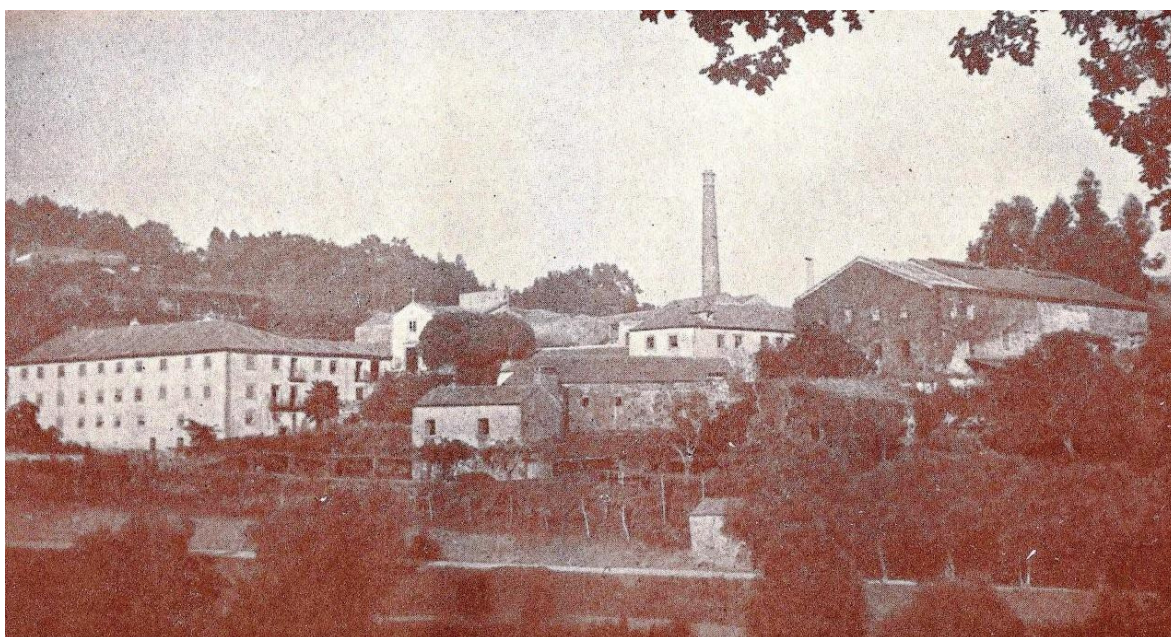


Figura 2.7 – Fotografia antiga da Fábrica da Vidreira do Côvo no último quartel do século XIX, onde está assinalada a chaminé do forno.

Tendo por base esta imagem, fez-se uma tentativa de procurar a localização do pé da chaminé, usando modelação 3D das casas antigas visíveis na foto e que existem actualmente. Deste modo, foi possível reconstruir uma imagem virtual (figura 2.8) considerando blocos extrudidos (representando edifícios e árvores) e uma hipotética localização da chaminé na linha de cumeada, sobre o modelo digital do terreno. É óbvio que o problema tem múltiplas soluções ao longo de um alinhamento a definir que passa nessa localização hipotética (figura 2.9), resultando da leitura em planta a eleição de duas sub-áreas (3 e 5) para determinar a posição do último forno do Côvo.

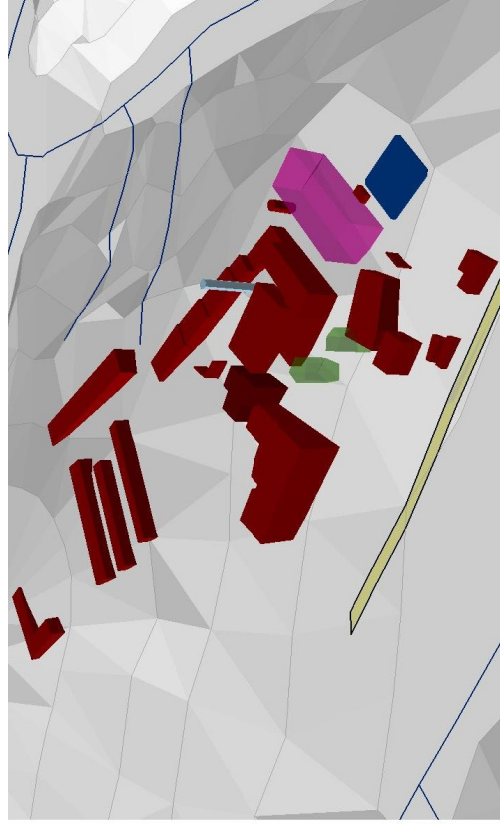
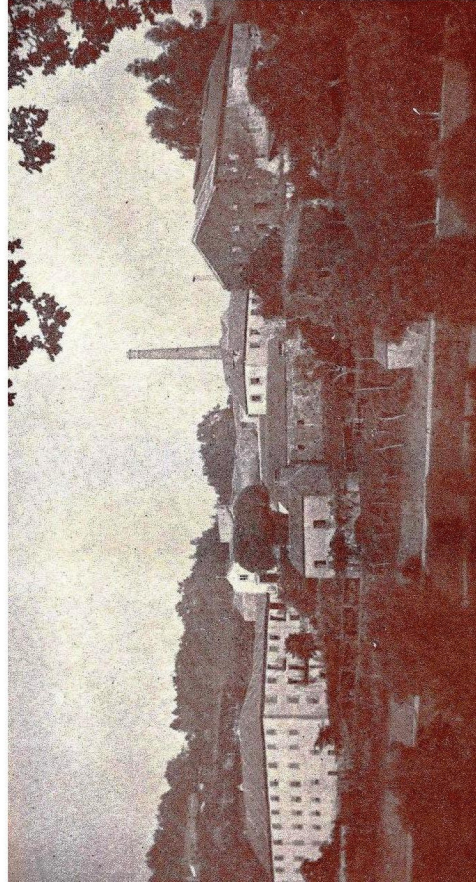


Figura 2.8 – Imagem virtual construída em 3D no ArcScene (direita) e fotografia antiga da Fábrica da Vidreira do Côvo onde se pode observar uma chaminé (esquerda). Na imagem 3D estão representados com alguma transparência um edifício que já não existe (rosa) e duas árvores (verde).



Figura 2.9 – Imagem onde é observada segundo um alinhamento, a localização hipotética da chaminé de um forno da antiga Fábrica de Vidro do Côvo (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

A área de estudo local foi decomposta em sete sub-áreas, das quais três são edificadas e quatro são terreno agrícola, o que levou a uma abordagem geofísica distinta para os dois tipos de sub-áreas.

Assim, foi proposta a prospecção magnética por campo total nas quatro sub-áreas rurais e georadar (GPR) nas sub-áreas edificadas.

De todas as sub-áreas definidas, decidiu-se avançar com um plano de prospecção que privilegiasse a sub-área 3 de características rurais e a sub-área 5 com edificado, para tentar detectar o forno primitivo, fornos posteriores e estruturas da antiga Fábrica de Vidro do Côvo.

Ainda relativamente à análise local, tendo existido um engenho hidráulico a NE da casa de habitação e considerando a actual, a água necessária para o tocar seria transportada por condutas, acompanhando as cotas, com possível origem (linhas a azul claro) no Ribeiro dos Caulinos junto ao contacto entre os granitos e os micaxistos, que foi verificado mais tarde (figura 2.10).

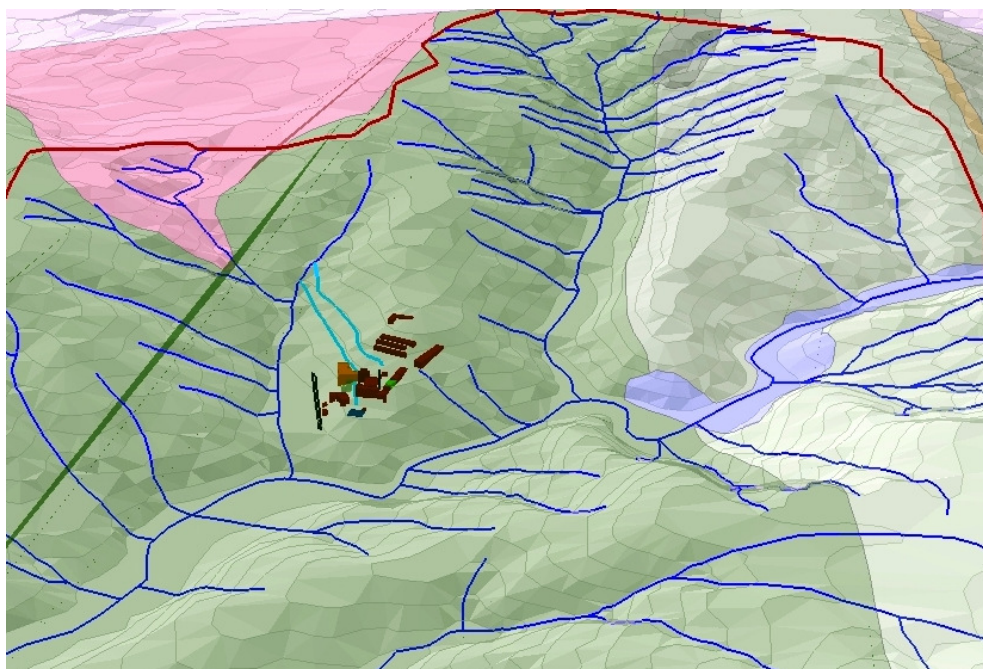


Figura 2.10 – Imagem em ArcScene, onde são observadas as possíveis linhas de água destinadas a tocar o engenho hidráulico, provenientes do Ribeiro dos Caulinos.

Nesta análise local incluiu-se também informação raster das três bandas do ortofoto de falsa cor, disponível em <http://ortos.igeo.pt/ortofotos/>.

Na figura 2.11 estão representados os rasters de falsa cor, banda 1 que corresponde ao infravermelho próximo, banda 2 correspondente ao vermelho e a banda 3 que corresponde ao verde.

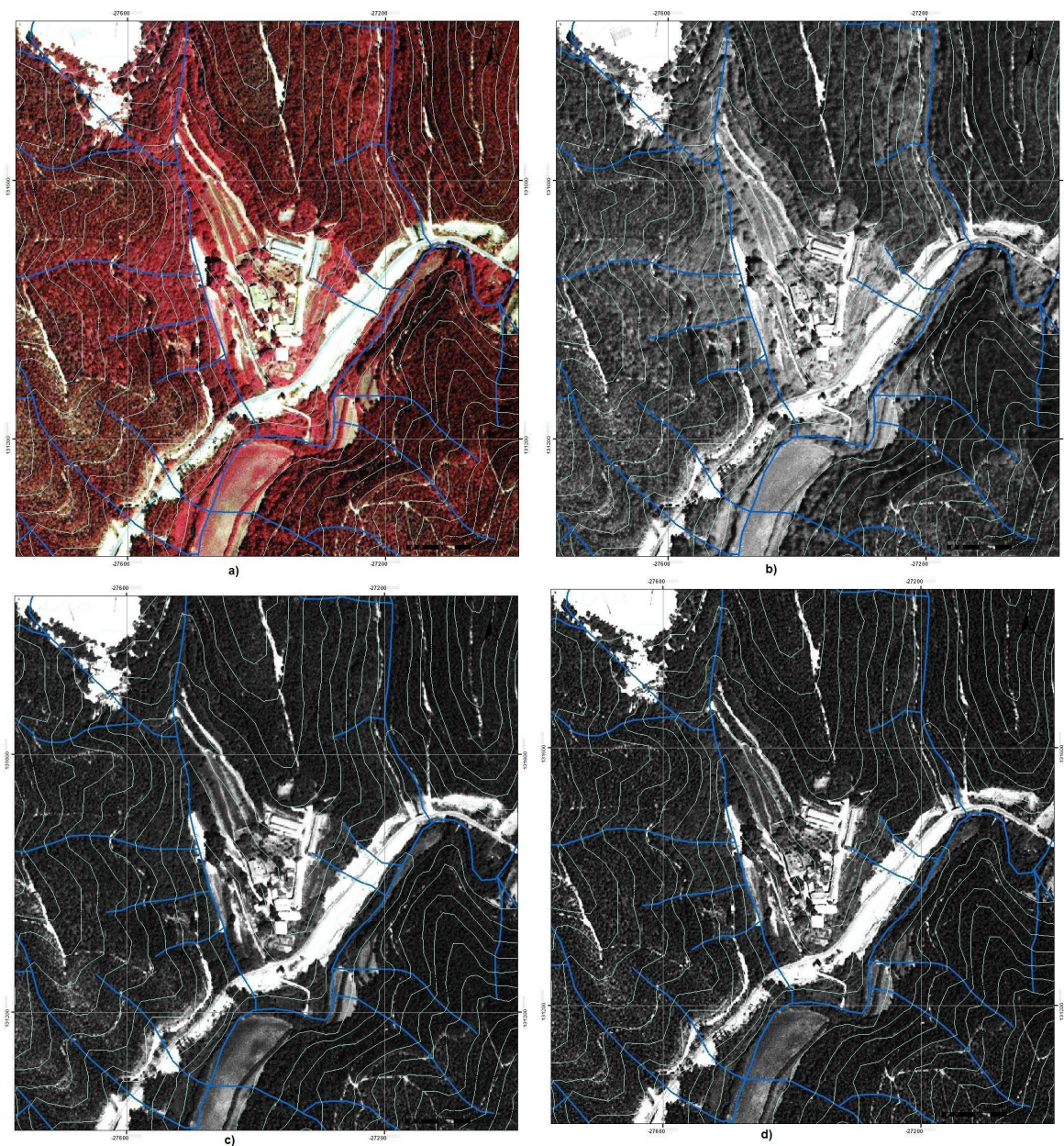


Figura 2.11 – Imagem de falsa cor **(a)**, da banda 1 ou infra-vermelho próximo **(b)**, da banda 2 ou vermelho **(c)** e da banda 3 ou verde **(d)**, no datum 73 Hayford Gauss IPCC. Na figura estão representadas as curvas de nível (azul claro) e as linhas de água (azul escuro).

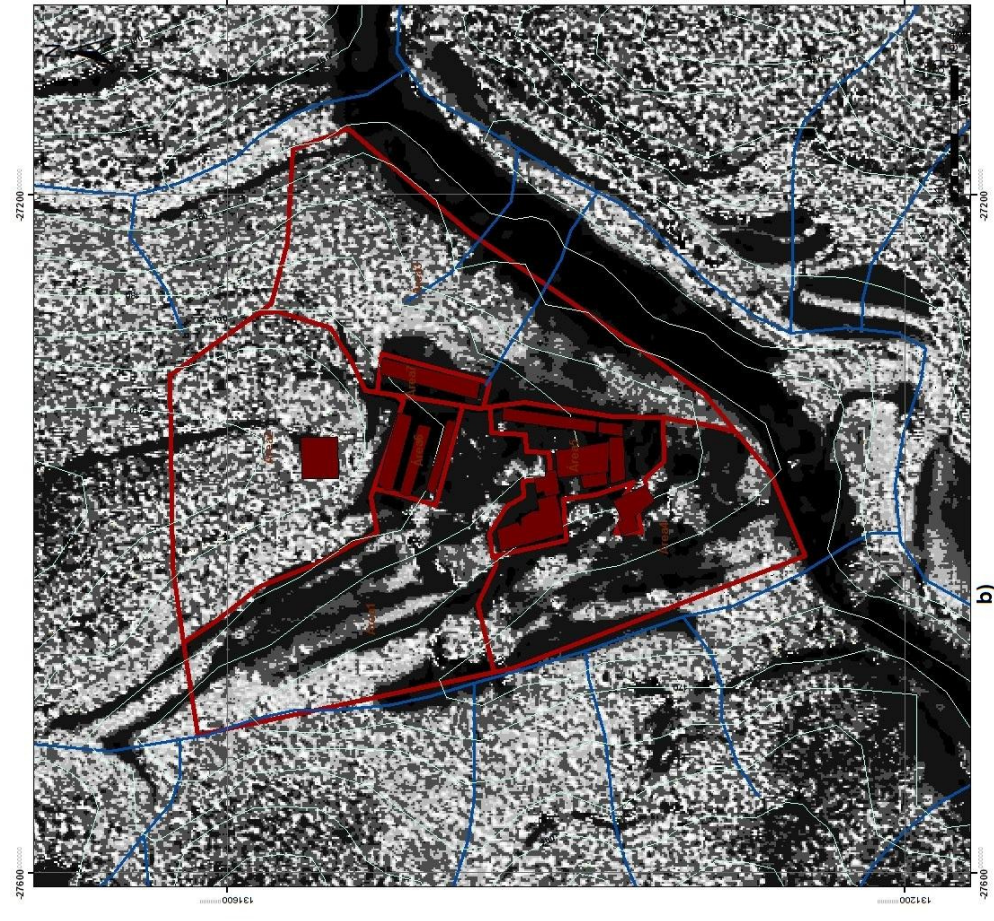
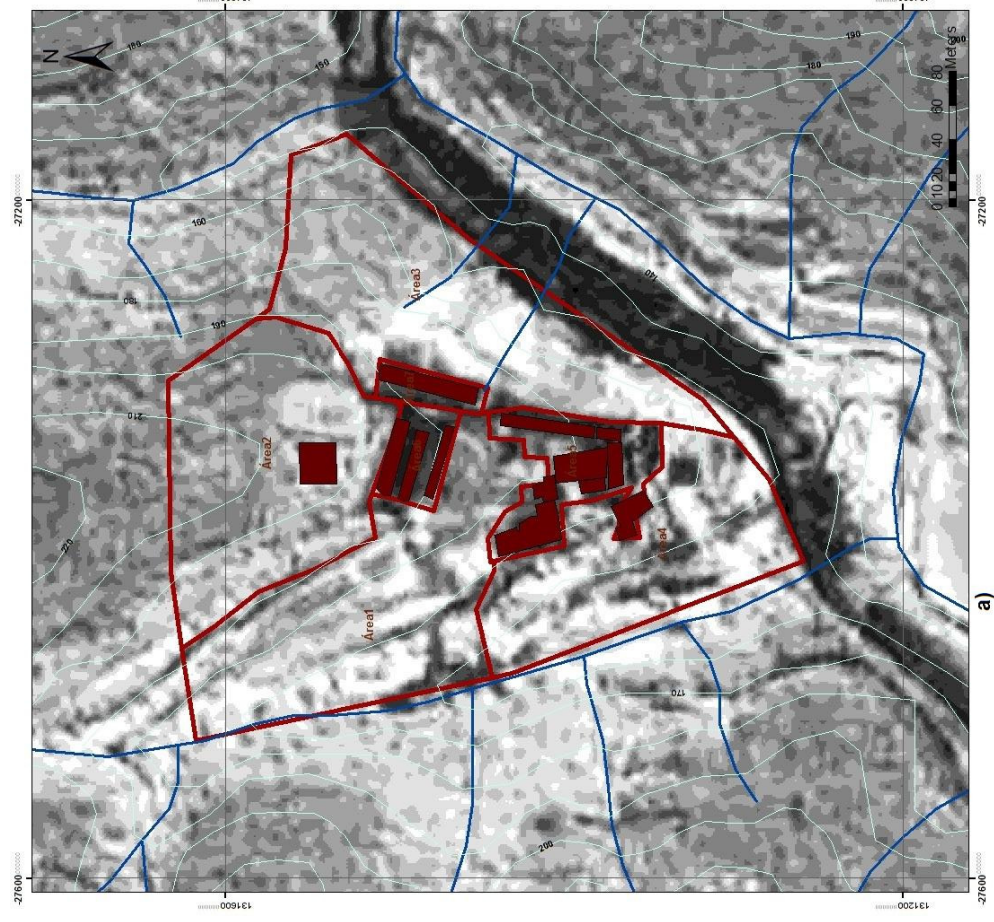


Figura 2.12 – Imagens da diferença entre o infravermelho próximo e o vermelho (a) e da razão entre o infravermelho próximo e o vermelho (b), no datum 73 Hayford Gauss IPCC.

Na figura 2.12-a, diferença entre o infravermelho próximo (banda 1) e o vermelho (banda 2), pode-se observar um poder reflector mais elevado das zonas húmidas (a branco), a reflexão da vegetação (a cinza claro) e a reflexão dos edifícios e das vias (a cinza escuro e a negro).

A razão entre o infravermelho próximo e o vermelho, representada na figura 2.12-b, possibilita a visualização de uma forte reflexão da vegetação e baixa das vias e do edificado da Quinta do Côvo.

A análise destas imagens mostra uma correspondência com as zonas não florestadas da figura 1.8.

Por outro lado, este zonamento, que não é de natureza geológica, poderá ter alguma relação com zonas húmidas devido à correspondência espacial com as linhas de água, uma vez que parece acompanhar as curvas de nível.

2.5. Conclusões do capítulo

O SIG permitiu fazer análise espacial e relacionar dados cartográficos como vias, linhas de água, edificado, altimetria e dados geológicos como a localização das matérias primas.

A correlação entre estes dados permitiu definir uma área de estudo local.

A Vidreira do Côvo encontrava-se numa zona privilegiada, pois tinha na sua área matéria-prima (quartzo, quartzitos e caulinos) para o fabrico do vidro, a madeira da mata do Côvo para alimentar os fornos e a água do rio Antuã e do ribeiro dos Caulinos que seria utilizada para fornecer energia ao processo de moagem.

De igual importância, é o conhecimento da idade das várias peças do edificado da quinta e a recolha de informação espacial rigorosa para ajudar a reconstruir uma imagem virtual.

3. RECONHECIMENTO DO TERRENO E AMOSTRAGEM DE SOLOS

3.1. Reconhecimento do terreno

O reconhecimento do terreno foi feito em gabinete através de informação cartográfica digital, tendo resultado uma divisão em sub-áreas na envolvente do edificado, condicionada pelas vias e a morfologia do terreno conforme se pode observar na figura 2.6.

Em seguida, na deslocação ao terreno fez-se uma inspecção visual que teve como objecto todas as áreas em torno do edificado da quinta, de modo a compreender melhor a disposição e localização dos elementos. Para isso, estas áreas foram percorridas de forma a procurar indícios relacionados com a indústria vidreira que outrora aí laborou. Após recolha de informação no terreno (os acessos às áreas, taludes, construções e equipamentos metálicos de ferro e condições do terreno ligadas à existência de mato e entulhos) e de informação histórica reformulou-se a divisão anterior, tendo-se adoptado uma nova que se sobrepõe à primeira, na figura 3.1. Esta nova divisão em áreas considerou também a aplicabilidade dos vários métodos geofísicos.

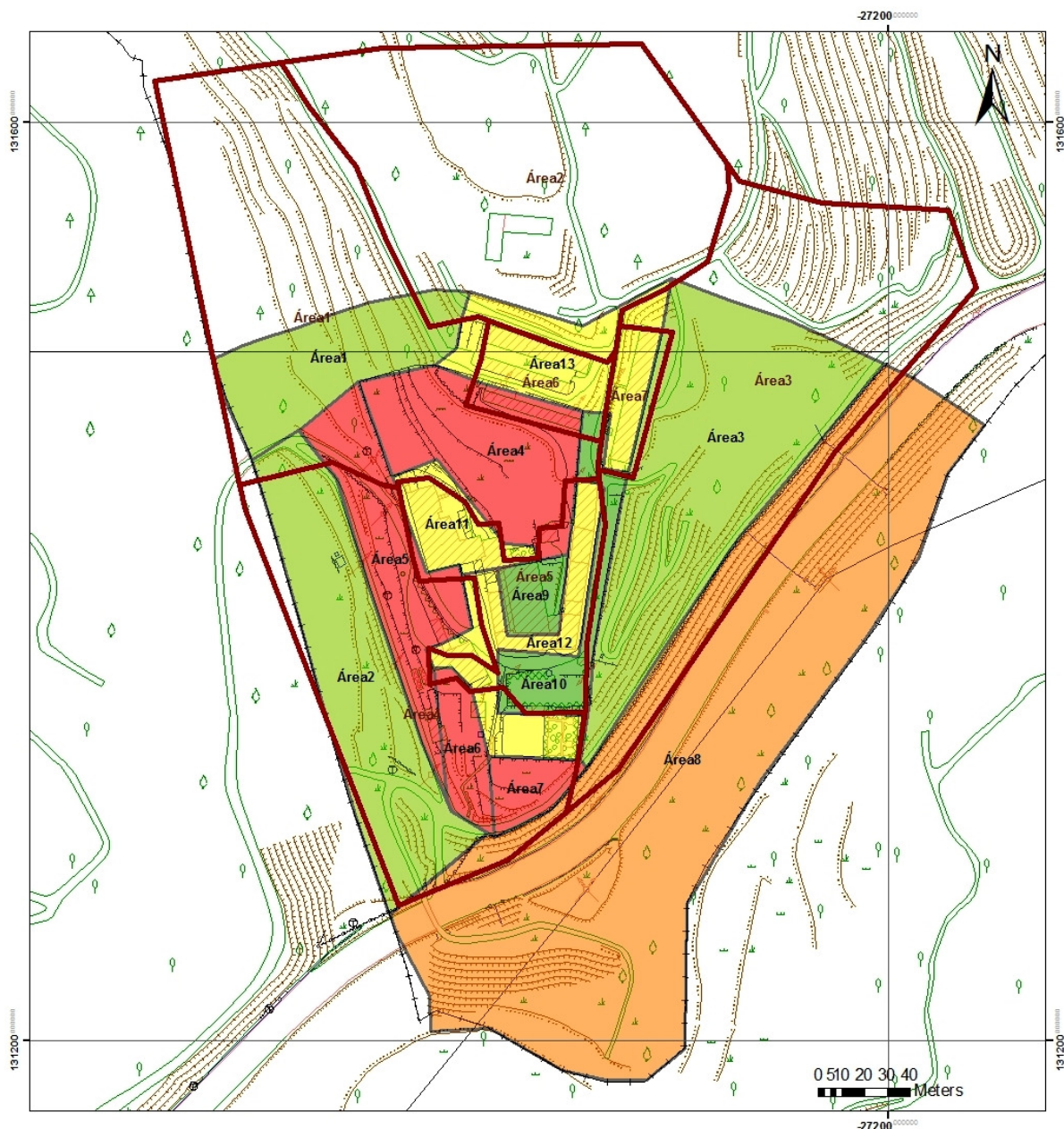


Figura 3.1 – Subdivisões em áreas nas terceira e quarta fases do projecto (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

3.2. Amostragem de solos

Dentro dos trabalhos de campo, fez-se a amostragem do solo para contribuir para a localização das dispersas e diversas infra-estruturas da antiga Fábrica de Vidros do Côvo.

Este método, embora seja invasivo, é importante para distribuir e catalogar espacialmente: na fracção graúda, materiais ligados à produção de vidro, enquanto que na fracção fina argilosa, os elementos químicos sujeitos a análise e interpretação geoquímica.

3.2.1. Recolha das amostras

Antes de se iniciar a recolha das amostras na área da quinta, foi elaborado em ambiente ArcGIS uma dispersão das mesmas, recorrendo a um *buffer* de 10m, para que todas estas recolhas tivessem um peso representativo de toda a zona, como pode ser observado na figura 3.2.

A localização dos referidos pontos de amostragem foi feita com a ajuda do GPS Magellan SporTrak (figura 3.3), disponibilizado pelo Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro. As coordenadas foram introduzidas em UTM WGS 84 e depois descarregadas para o ArcMap através do programa GPSUtility. Neste equipamento registaram-se também as localizações de pontos de referência como condutas e escombreyras, para posterior representação no SIG.



Figura 3.2 – Preparação dos pontos de amostragem recorrendo a um *buffer* de 10m (datum 73 Hayford Gauss IPCC).



Figura 3.3 – GPS Magellan SporTrak, usado durante as fases de reconhecimento do terreno, de recolha de amostras e de prospecção magnética.

As amostras foram todas recolhidas através de um trado (figura 3.4), retiradas na zona superficial do terreno a profundidades máximas de aproximadamente 0.30m. Em certos pontos fizeram-se duas amostras quando a espessura do solo/ aterro revelava materiais com interesse arqueológico na primeira camada, atingindo deste modo uma profundidade máxima de 0.60m. Os solos foram ensacados e devidamente identificados para posterior análise, catalogação e representação no SIG da Quinta do Côvo.



Figura 3.4 – Imagens referentes à recolha, acondicionamento e identificação das amostras.

Alguns dos pontos correspondendo ao centro dos *buffers* da figura 3.2, foram relocados ou eliminados, devido ao difícil acesso e foram também recolhidas, após sugestão do Arqueólogo, amostras suplementares sobre os aterros. Na figura 3.5 apresenta-se a nova distribuição espacial da amostragem. As referencias alfanuméricas (com o prefixo Covo e sufixos A, B e C referentes à profundidade) da amostragem foram estabelecidas tendo em conta o plano. Dado que algumas amostras não se realizaram, esta sequência alfanumérica apresenta algumas lacunas conforme se pode observar no anexo 1. Deste modo, o terreno foi amostrado em 32 pontos e ainda se dispõe de três (Covo47, Covo48 e Covo49) amostras suplementares referentes a uma zona específica.

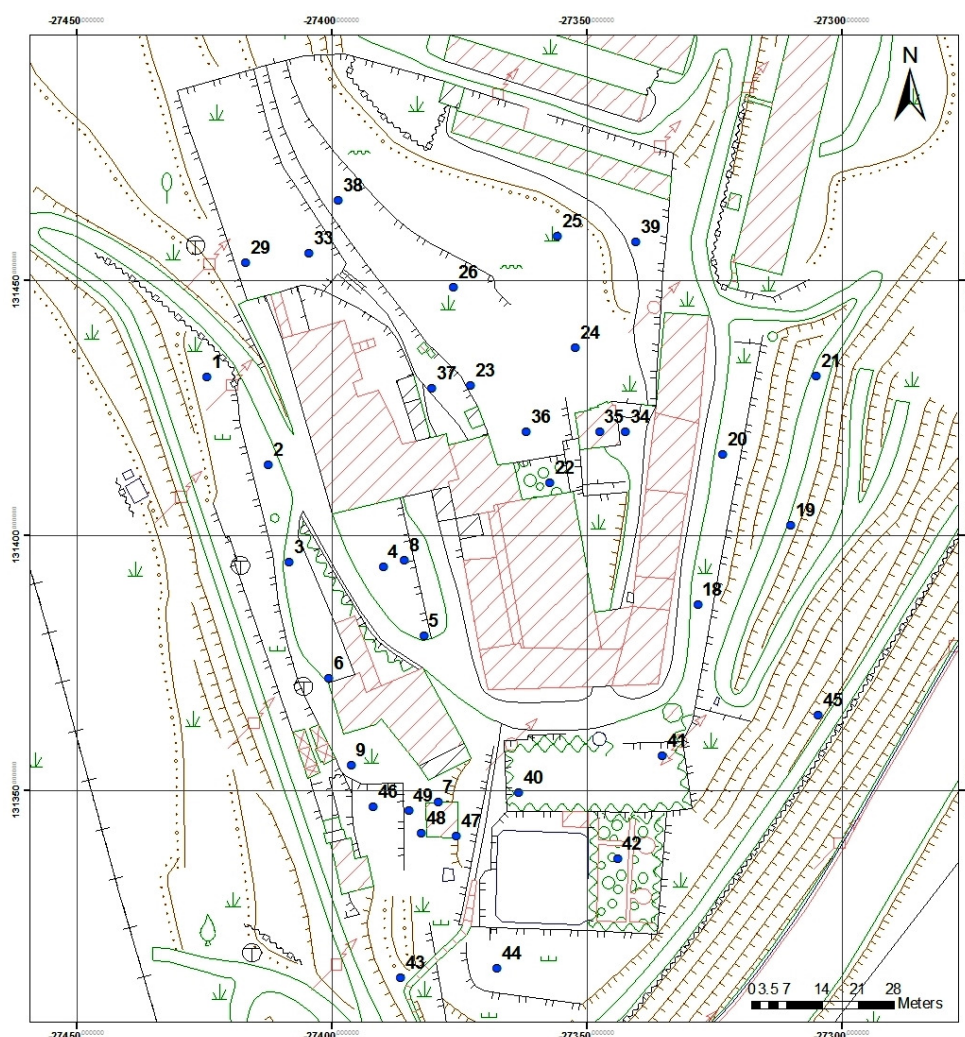


Figura 3.5 – Localização dos pontos de amostragem no datum 73 Hayford Gauss IPCC.

3.2.2. Análise e catalogação da fracção graúda das amostras

A análise e catalogação das amostras recolhidas no terreno foram realizadas na Sala de Peneiração e no Laboratório de Materiais do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Todas as amostras foram secas numa estufa durante 24h a 50°C e seguidamente pesadas.



Figura 3.6 – Peneiros de 4mm, de 2mm e o recipiente, de cima para baixo, respectivamente **(a)** e algumas amostras devidamente catalogadas **(b)**.

Para proceder à sua análise, decidiu-se fazer a separação do material graúdo, ou seja, aquele que ficasse retido no peneiro de 2mm, que posteriormente foi usado na sua catalogação. Deste modo, as amostras foram peneiradas nos crivos de 2mm e de 4mm (figura 3.6-a) e separadas da restante amostra, devidamente identificadas e pesadas.

O restante das amostras ficou devidamente identificado e arquivado no Departamento de Geociências, porque serviu mais tarde para se realizar um estudo geoquímico da fracção fina.

Quanto à catalogação das amostras (figura 3.6-b), esta foi feita através de quantidades representativas do material encontrado na fracção graúda e identificado em cada uma delas.

O material considerado como sendo importante para a representação e catalogação de cada amostra, foi o vidro, a vidraça, a cerâmica, a escória, o carvão, o quartzo, as diferentes granulometrias provenientes das fases de fragmentação e outros materiais como, por exemplo, madeira e peças de ferro. Esta catalogação foi diferenciada em quatro tipos, referentes à existência ou não destes materiais em cada uma das amostras, nula (a vermelho), pouca (a amarelo), média (azul claro) e muita (azul escuro).

A separação usada na catalogação centrou-se em termos de quantidade de ocorrência dos diferentes materiais, por amostra e foi a seguinte:

- 0 → Nula;
- 1 a 5 → Pouca;
- 6 a 10 → Média;
- >10 → Muita.



Figura 3.7 – Exemplo da amostra Covo7 onde são perceptíveis as diferentes granulometrias do quartzo (matéria-prima), bem como os dois tipos encontrados.

Excepto para o quartzo, esta foi a catalogação adoptada para todos os materiais existentes nas amostras. Em relação ao quartzo, este foi catalogado consoante o tipo (figura 3.7), ou seja, se se trata de quartzo com forma alongada proveniente de filões (figura 3.8), quartzo arredondado com arestas ou se podemos observar na mesma amostra estes dois tipos em simultâneo.



Figura 3.8 – Imagem representativa do crescimento prismático do quartzo proveniente de um filão que preenche fracturas abertas, retirado da zona do engenho hidráulico de fragmentação, no ponto Covo47.

3.2.3. Representação dos resultados e zonamento do potencial arqueológico

Após análise e respectiva classificação de todas as amostras, a preocupação depreendeu-se com a sua representação no mapa, em ambiente ArcGIS. Este processo teve como objectivos, o compreender como se distribuem localmente no terreno. Uma mais valia é o facto de se poder inquirir sobre vários materiais existentes em cada ponto de amostragem, ao mesmo tempo.

Para realizar esta representação, decidiu-se criar um *buffer* de 20m em torno de cada ponto e visualizar como os diferentes materiais se dispõem no terreno.

Na figura 3.9 pode-se observar o modo como se distribuem o vidro e a vidraça quanto à sua incidência. Tanto um como o outro, estão dispostos em maior quantidade (a azul escuro) a SE da casa de habitação actual.

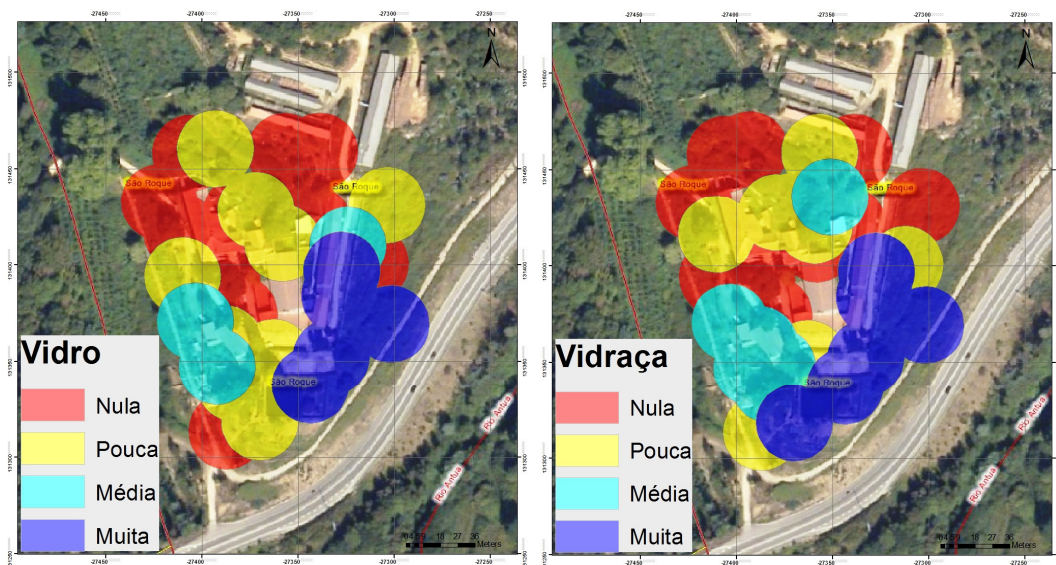


Figura 3.9 – Distribuição do vidro (à esquerda) e da vidraça (à direita) no datum 73 Hayford Gauss IPCC.

Em relação ao tipo de quartzo (figura 3.10), podem ser perfeitamente diferenciadas quatro zonas, correspondente a material de forma alongada (a azul escuro), material de forma arredondada (a azul claro), onde foram encontrados em simultâneo (a amarelo) e uma zona onde não se registou nenhum destes tipos (a vermelho).

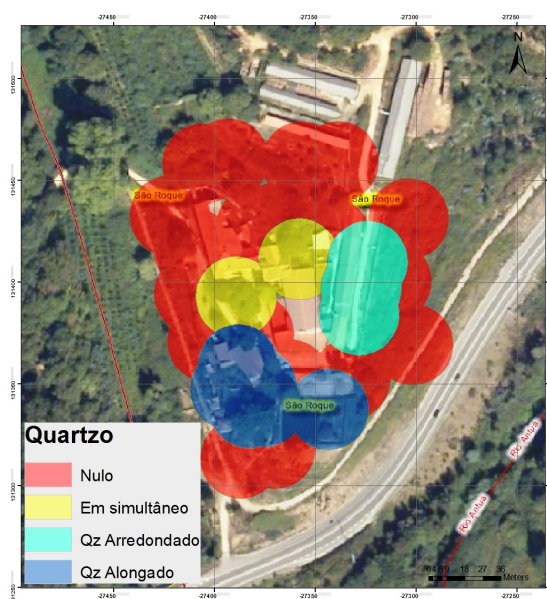


Figura 3.10 – Distribuição do quartzo (Qz), representado em termos de tipo de material encontrado (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

A figura 3.11 mostra como se distribuem as zonas onde foram encontradas diferentes granulometrias da matéria prima. Na zona a S da casa de habitação (a azul escuro), foi onde se encontrou uma maior concentração de diferentes dimensões das partículas de quartzo.

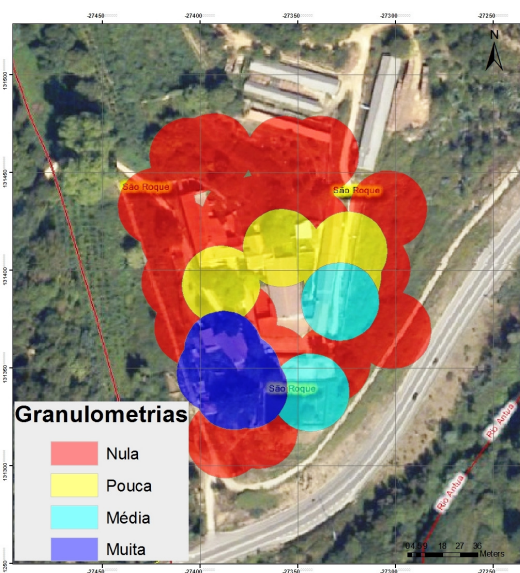


Figura 3.11 – Distribuição do quartzo quanto à granulometria, associada ao processo de fragmentação (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

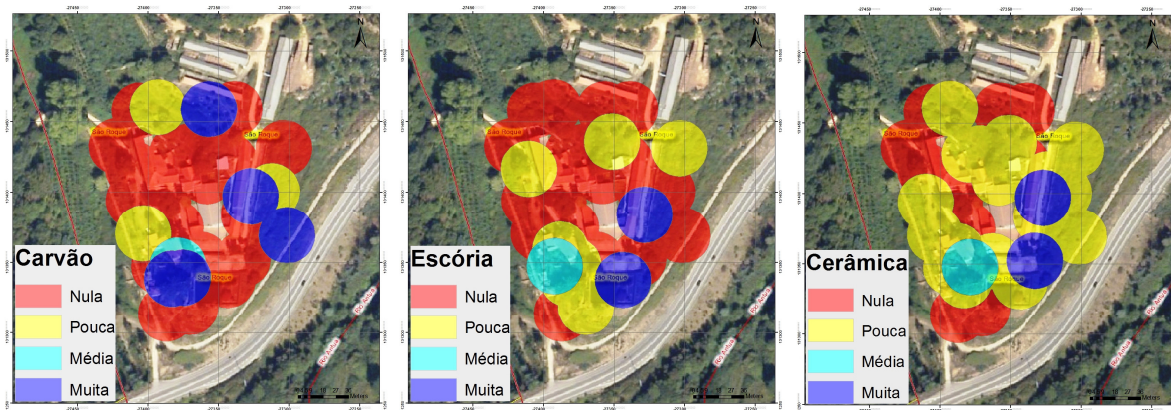


Figura 3.12 – Distribuição do carvão (à esquerda), da escória (ao centro) e da cerâmica (à direita), no datum 73 Hayford Gauss IPCC.

Tanto na distribuição da escória como no carvão e na cerâmica (figura 3.12), quer esta ocorrência seja média ou muita, conseguem-se apontar duas zonas preferenciais (figura 3.13). Uma na vertente W do esporão, concordante com as

representações espaciais das diferentes granulometrias e dos tipos de quartzo. E outra a E do esporão, que coincide com as distribuições referentes ao vidro e à vidraça.



Figura 3.13 – Zonas de elevado potencial arqueológico, considerando a distribuição espacial dos materiais da fracção graúda das amostras que podem estar associados a fornos e a engenhos de fragmentação (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

3.2.4. Geoquímica de solos

Em relação às amostras que ficaram identificadas e arquivadas no Departamento de Geociências, prepararam-se para um estudo geoquímico da fracção fina.

Para isso, todas as amostras foram peneiradas no crivo de 0.180mm (80 mesh) para se obter 3g do material de dimensão inferior (figura 3.14).

Também se crivaram vidros e vidraças de diferentes cores e os dois tipos de quartzo encontrados no material graúdo das amostras.



Figura 3.14 – Imagem representativa do processo nas fases de peneiração, moagem e pesagem das amostras.

O objectivo da análise química será estudar os elementos presentes nas amostras, para os tentar relacionar com fornos e estruturas da antiga Fábrica de Vidros do Côvo.

Para os dois tipos de quartzo, esta análise destina-se a comparar as suas constituições químicas, de modo a identificar possíveis origens diferentes.

As análises químicas do vidro e da vidraça servirão para apoiar a interpretação geoquímica da campanha de solos, a par da informação histórica disponível nas Informações para a *Estatística Industrial publicadas pela Repartição de Pesos e Medidas – Distrito de Aveiro, Lisboa, Imprensa Nacional de 1867*. Neste documento são descritos todos os materiais usados na composição do vidro, da vidraça e do cristal.

Na vidraça branca seria necessário quartzo em pó, soda, casco de vidro em pó, arsênico, manganês e cal fina.

Para o vidro para garrafas seria usado casco de vidro em pó, cinzas e restos de massa de vidros que elas contêm e barrilha.

No cristal branco entrariam quartzo em pó, nitro, mínio, casco de cristal em pó, manganês e arsênico.

Para o vidro leite era utilizado nitro, areia em pó, bórax (boro) e arsênico.

Finalmente, para o vidro vermelho seria necessário quartzo em pó, mínio, potassa, nitro, púrpura de Cassius, óxido de manganês e sulfureto de antimónio.

A *barrilha* (Na_2CO_3) é uma substância alcalina, de cor branca, em forma de pó (barrilha leve) ou grão (barrilha densa), sem cheiro. É o produto resultante da queima de plantas e também de algas marinhas, contendo basicamente carbonato e sulfato de sódio, destinado à fabricação de vidro.

Mínio (Pb_3O_4) é o nome vulgar do óxido natural de chumbo, também conhecido como vermelho-cinábrio ou zarcão.

Nitro (KNO_3) é a fórmula mineral do nitrato de potássio, também conhecido por salitre.

Púrpura de Cassius é uma mistura de ácido estânico e ouro coloidal que se prepara lançando estanho numa solução de cloreto de ouro. Dá púrpuras, avermelhados e rosas. O pigmento nanoparticulado púrpura de Cassius é obtido pela redução de um sal de ouro usando cloreto de titânio.

A *saфра*, com origem no francês safre, é um pó amarelado de um óxido de cobalto, empregue no fabrico do vidro azul.

3.3. Conclusões do capítulo

O reconhecimento visual foi importante porque permitiu recolher no terreno informação que se acrescentou no SIG e também para localizar pontos, locais e zonas com interesse para este projecto.

A amostragem teve um peso muito importante, pois permitiu definir um zonamento do potencial arqueológico de modo a compreender melhor onde outrora estariam posicionadas as infra-estruturas da antiga Fábrica de Vidros do Côvo. Permitiu apontar a localização do processo de fragmentação a sul da casa de habitação actual, onde se encontrou um engenho que poderá estar relacionado com a fragmentação da matéria prima.

Deste modo, podem-se estabelecer duas zonas como sendo de grande interesse arqueológico, quando relacionadas com os diferentes processos associados ao fabrico do vidro, nomeadamente o processo de fragmentação e os fornos.

4. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

4.1. Introdução

A prospecção geofísica tem grande aplicação na obtenção de informação sobre o subsolo, nomeadamente na arqueologia.

Uma das principais vantagens deste método é o facto de não ser destrutivo, pelo que não interfere com vestígios arqueológicos existentes no subsolo. Outra vantagem é o proporcionar uma eficiente localização de estruturas e uma boa perspectiva do local antes das escavações e, por conseguinte, aumentar a eficiência dos trabalhos arqueológicos.

Após se terem estudado as notas históricas sobre a antiga Fábrica de Vidro do Côvo, procedeu-se à tentativa de posicionar no terreno todos estes novos dados, embora um pouco vagos. Tratou-se de uma questão pertinente, pois como se referiu no capítulo 2 não se sabia qual a localização inicial da casa senhorial, o que condicionou toda esta análise espacial.

Relativamente ao documento provisório enviado para a Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, a área principal em torno da quinta manteve-se, embora as pequenas áreas de estudo tivessem sido ajustadas.

Planeou-se executar uma campanha de prospecção geofísica após um reconhecimento do terreno na área total de 89000m² e com base no estudo da fracção graúda das amostras de solo, centrou-se o esforço de trabalho de campo previsto (15 dias) nas áreas de elevado potencial arqueológico (figura 4.1), definidas anteriormente.

Os métodos usados no contexto desta dissertação foram: a prospecção magnética de campo total, para aquisição, processamento e interpretação e, ainda, o georadar cujas áreas foram indicadas para execução no âmbito do projecto global de estudo da Quinta do Côvo.

No anexo 2, podem ser consultados os dados referentes à execução do plano de trabalho para as áreas de estudo num modo detalhado relativamente aos métodos utilizados, enquanto que no anexo 3 se pode observar uma síntese das fases de trabalho planeadas.

A realização destes métodos iniciou-se no fim do mês de Maio de 2009 porque se reuniram todas as condições de trabalho.



Figura 4.1 – Subdivisão da área de estudo reajustada em sectores, separada de acordo com os métodos geofísicos empregues (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

Nas áreas 1, 2 e na maior parte da área 3, a vegetação abundante, os difíceis acessos e a inclinação acentuada do terreno, não proporcionaram a prospecção geofísica. A não concretização de prospecção magnética na maior parte das

áreas 4, 5, 6 e 7, deveu-se a factores que também interferiram noutras áreas como é o caso de vegetação abundante, acessos difíceis, inclinação acentuada do terreno, existência de estruturas de ferro e de edificado. O picadeiro, estrutura metálica em ferro, situado na área 9, impossibilitou a utilização do método magnético, pelo que se efectuou georadar a cargo da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Em grande parte da área 10 foi possível levar a cabo a prospecção magnética e na pequena parte em que não se interveio, esteve relacionada com a existência de estruturas de ferro, edificado e vegetação abundante. Na área 11, na maior parte da área 12 e na área 13 não se realizou prospecção magnética, pois todas se tratavam de áreas de edificado e na área 13 também se observou zonas onde há estruturas de ferro, vegetação abundante, difícil acesso e inclinação acentuada do terreno.

Assim sendo, e correspondendo a uma área aproximada de 6000m² (figura 4.1), os locais onde se realizou o estudo magnético foram o sector A da área 3 (3A), os sectores A, B, C, D e E da área 4 (4A, 4B, 4C, 4D e 4E), os sectores A, B e C da área 5 (5A, 5B e 5C), o sector A da área 6 (6A), o sector A da área 7 (7A), os sectores A, B e C da área 10 (10A, 10B e 10C) e os sectores A e B da área 12 (12A e 12B).

4.2. Métodos e técnicas

A campanha de prospecção geofísica pretendeu identificar locais com potencial arqueológico, relativos a fornos, infraestruturas e escomboreiras da antiga Fábrica de vidros do Côvo.

A tarefa de reconhecimento serviu para reunir informação com base em GPS para incluir no SIG e decidir sobre a implantação das malhas de prospecção magnética. Como o método magnético não se pode aplicar junto a estruturas metálicas em ferro, pelo que não foi aplicável na zona dos edifícios, propôs-se a realização de georadar para essas zonas. A prospecção magnética permitiu também identificar sectores onde foi importante a utilização do georadar, que no final da campanha de aquisição de dados ajudou na análise e interpretação das anomalias magnéticas que se consideraram importantes.

Executou-se uma prospecção magnética por gradiometria com amostragem espacial de 1x1m, tanto na área envolvente às instalações como nas áreas exteriores (figura 4.2).

Após concluídas as fases do projecto onde se definiu o potencial arqueológico de cada sector, iniciou-se a fase de prospecção geofísica intensiva nos sectores com potencial arqueológico e sua integração em SIG.

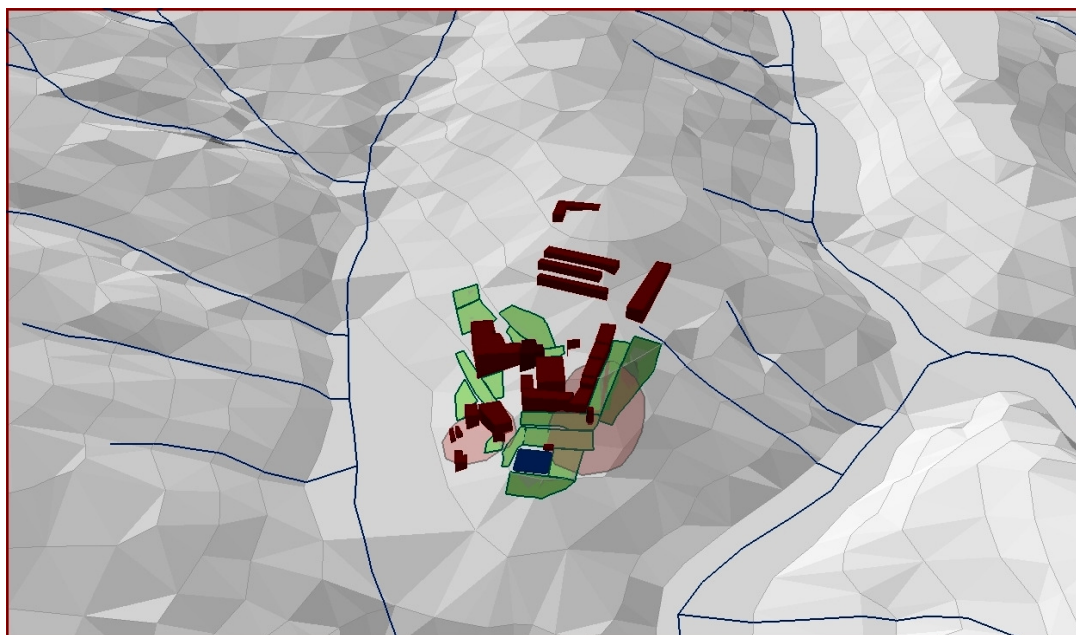


Figura 4.2 – Representação no ArcScene dos edifícios da Quinta do Côvo, das linhas de água e dos sectores alvo da prospecção magnética sobrepostos com as áreas anteriormente definidas.

No que respeita a recursos necessários, foi necessário dispor de estacas de madeira reutilizáveis, com aproximadamente 30cm de comprimento e 4cm de espessura, para materializar malhas de cerca de 20m em 20m, que correspondia aproximadamente a cerca de 120 estacas para cobrir a área total de prospecção magnética.

A prospecção magnética foi realizada com o magnetómetro de protões G-856 em modo de gradiómetro, disponibilizado pelo Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Tanto na fase de preparação das malhas como durante a aquisição dos dados ao longo das mesmas, foram necessárias duas pessoas para implantar

convenientemente a malha e assim melhorar a qualidade das leituras registadas pelo aparelho.

Para que estas medições fossem executáveis, foi necessário realizar uma limpeza das áreas correspondentes.

Para levar a cabo a prospecção geofísica, realizada em paralelo com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e integrada no projecto liderado pela Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, decidiu-se executar o método magnético de campo total por magnetómetro de protões em modo gradiómetro e propor áreas para efectuar o levantamento electro-magnético por georadar (GPR), trabalho da responsabilidade da FEUP.

4.3. Método magnético

No que respeita ao método magnético, o magnetómetro de protões é usado como um instrumento móvel para medir sequencialmente a intensidade do campo magnético em locais discretos e que podem detectar variações neste campo induzidas pela presença de materiais ou objectos ferromagnéticos.

Recorrendo aos acessórios apropriados, o sistema pode ser configurado para efectuar medições do campo magnético (gradiente) na área de prospecção ou pode ser preparado para registar temporalmente as mudanças na intensidade do campo magnético num ponto fixo, para adquirir medições na estação base.

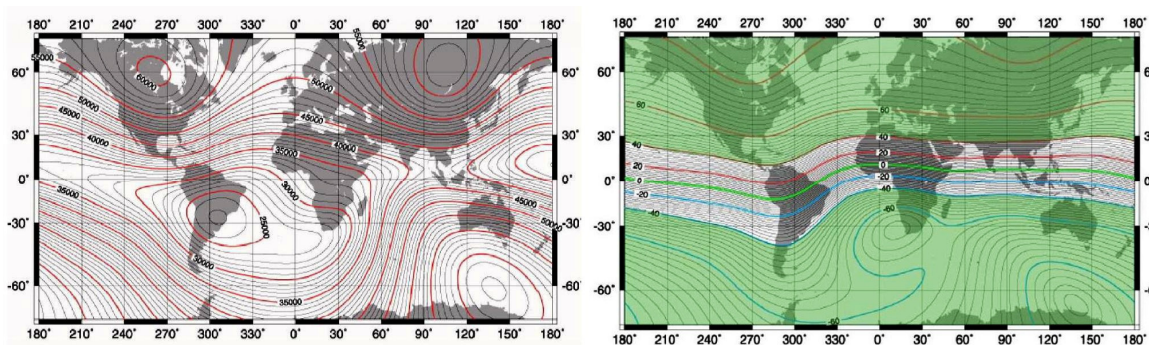


Figura 4.3 – Variação da intensidade do campo magnético (nT), à esquerda e inclinação magnética do campo terrestre, à direita.

Como a magnetite, a ilmenite e outros materiais magnéticos são constituintes da maior parte das rochas, provocam distúrbios no campo magnético local. Por isso, grande parte dos solos e muitos objectos feitos pelo homem contendo materiais ferromagnéticos são detectáveis por um magnetómetro, porque originam anomalias locais que se sobrepõem ao campo magnético terrestre regional, variável em intensidade e inclinação sobre a superfície terrestre (figura 4.3).

A interpretação das leituras do magnetómetro permite ao utilizador inferir sobre a existência de materiais ferromagnéticos sob a superfície terrestre. No processamento tratam-se dados e interpretam-se anomalias para localizar tubagens, cerâmica ou tijolos ou estruturas geológicas.

A interpretação dos resultados de uma prospecção magnética é muitas vezes uma tarefa difícil, porque a capacidade que um magnetómetro tem de distinguir uma massa ferromagnética sobreposta ao campo magnético terrestre é influenciada pela forma, tamanho, orientação da massa em questão, bem como pela distância a que esta se encontra do sensor do magnetómetro.

Outra dificuldade deve-se ao facto de certas estruturas geológicas poderem gerar anomalias magnéticas semelhantes às que se procuram ligadas à arqueologia industrial. Outros factores são as alterações constantes no campo magnético terrestre total ao longo do dia, a quantidade de material ferromagnético que o corpo contém, traduzida na propriedade física susceptibilidade magnética. Optou-se pela técnica da gradiometria para anular o efeito da variação diurna dado que as leituras, a duas alturas nos sensores, podem considerar-se simultâneas.

4.3.1. Equipamento utilizado

Para este método foi usado o modelo G-856 do magnetómetro de protões (figura 4.4) de campo total em modo gradiómetro. Este aparelho pode ser usado para identificar estruturas ou materiais ferromagnéticos.

No caso dos magnetómetros de protões, a medição é feita através da criação de um forte campo magnético num líquido rico em hidrogénio, graças à passagem de corrente eléctrica numa bobine que o rodeia. Isto provoca o alinhamento dos protões de hidrogénio ou a polarização dos eixos de rotação com o novo campo

magnético aplicado. Quando parar a electrização da bobine, os prótons vão-se realinhar com o campo magnético local. À medida que o seu alinhamento volta ao normal, é gerado um pequeno sinal cuja frequência é directamente proporcional à intensidade do campo magnético terrestre daquele local.



Figura 4.4 – Magnetómetro de prótons G-856 da Geometrics Inc..

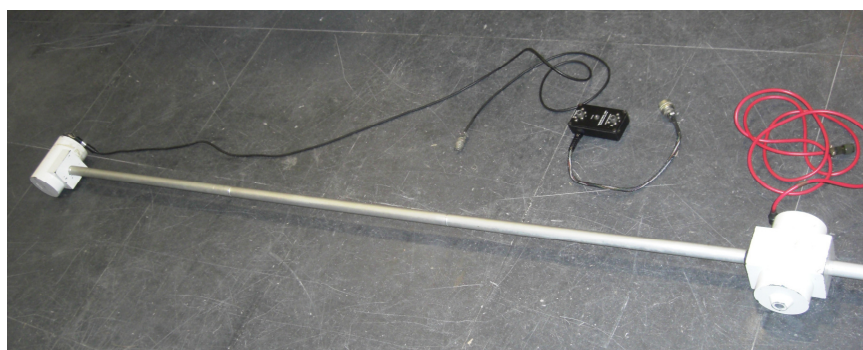


Figura 4.5 – Sensores montados em modo gradiómetro, que podem ter utilização vertical ou horizontal.

Antes de iniciar a aquisição de dados, é necessário confirmar que o utilizador ou os utilizadores não interfiram com as leituras do campo magnético terrestre nos sensores (figura 4.5) e por isso, não devem transportar consigo materiais ferromagnéticos.

Antes da criação da malha, deve ser tida em conta a qualidade do sinal. Quanto maior for o espaçamento entre linhas e entre estações, menor será a resolução espacial obtida. A subamostragem pode gerar sinais com frequência espacial próxima da frequência de amostragem que pode ser tida como ruído.

Na figura 4.6, apresentam-se os trajectos típicos de aquisição uma malha de prospecção magnética de campo total, que pode realizar-se nos dois sentidos ou num só. Neste trabalho foram usadas as duas versões em função das características dos sectores e da organização do trabalho.

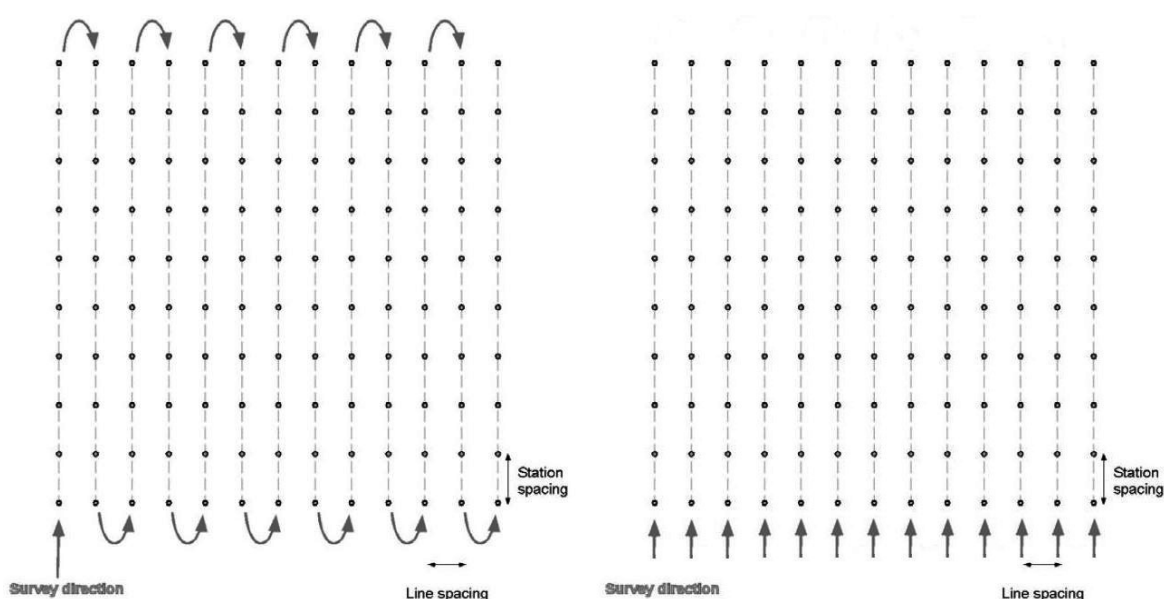


Figura 4.6 – Esquemas típicos de uma malha de prospecção magnética de campo total, realizada nos dois sentidos (esquerda) ou num só sentido (direita).

4.3.2. Teste do método magnético no Campus Universitário de Aveiro

O teste realizou-se numa área rectangular situada em frente ao Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, onde se encontra um poço que tem no seu interior uma estrutura metálica em ferro.

O objectivo foi identificar a anomalia resultante desta estrutura e testar a distância de influência da estrutura metálica em ferro do poço, usando o magnetómetro de prótons em modo gradiómetro.

Na figura 4.7 está representada a área onde se realizou este ensaio (à esquerda) e uma imagem da estrutura metálica no interior do poço (à direita).



Figura 4.7 – Localização da área de estudo, alvo de prospecção magnética (datum 73 Hayford Gauss IPCC) e fotografia da estrutura metálica em ferro no interior do poço.

Desta forma, foi criada e implantada no terreno, uma malha 2x2m para prospecção magnética de campo total usando o magnetómetro de protões em modo gradiómetro.

Os dados adquiridos pelo aparelho foram descarregados para o computador e introduzidos no programa MagMap2000, onde foi projectada a malha realizada e onde foram feitos os ajustes necessários. Posteriormente, exportaram-se os dados para o MagPick, onde se podem tratar os dados. Estes dois programas foram descarregados gratuitamente em www.geometrics.com.

Em primeiro lugar, foram introduzidos todos os pontos onde se realizaram as leituras com o aparelho. Deste modo, ficaram representados todos os perfis.

As direcções tomadas durante a aquisição de dados, ao longo dos perfis, podem ser observadas na figura 4.8, onde os quadrados verdes correspondem ao início do perfil e os a vermelho ao fim.

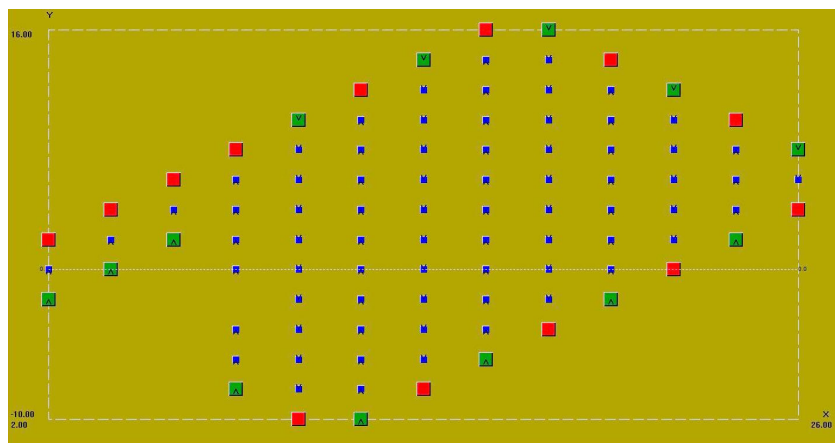


Figura 4.8 – MagMap2000, onde se descarregam os dados adquiridos e se fez algum ajuste necessário na malha usada.

Através da utilização deste software, com base na medição do campo magnético em dois sensores, foi usado o seu gradiente para ser representado em 2D e em 3D (figura 4.9).

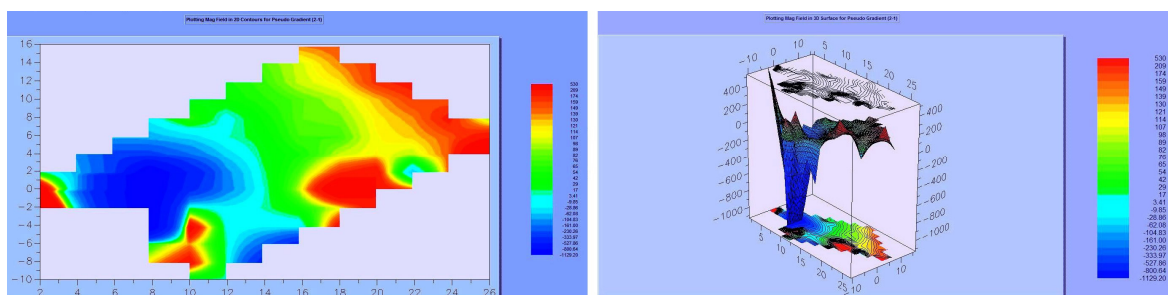


Figura 4.9 – Gradiente vertical em 2D (esquerda) e em 3D (direita).

Após a representação dos dados retirados do aparelho e sua análise, pode-se observar a anomalia provocada pela estrutura metálica do poço, representada a azul e a vermelho na figura 4.10.

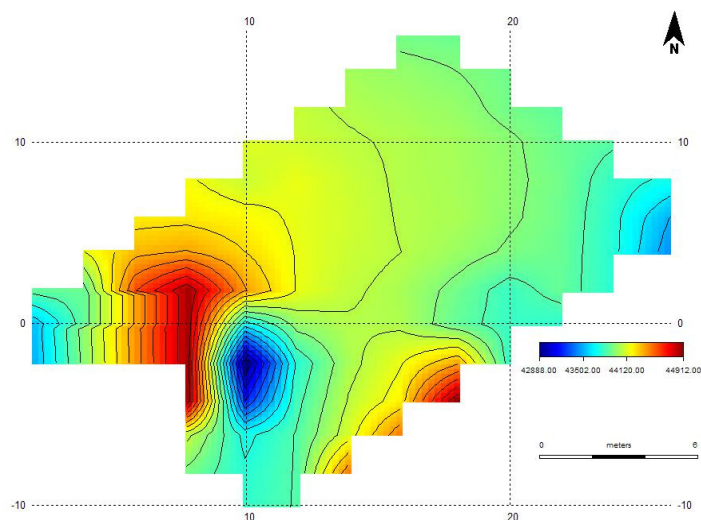


Figura 4.10 – Representação dos dados do campo magnético do sensor de baixo no programa MagPick.

Este teste permitiu verificar a influência da estrutura interna de ferro do poço na cartografia do campo magnético. O alcance desta estrutura é tão significativo que torna impossível delimitar outras anomalias na sua vizinhança até cerca de 10m de distância. Esta distância serviu de orientação para campanha na Quinta do Côvo; isto é, sempre que possível tentou-se manter esta distância de segurança relativamente a estruturas e equipamentos metálicos de ferro onde os resultados magnéticos não foram tidos em conta.

4.4. Método magnético na Quinta do Côvo

Para dar início à campanha de prospecção magnética e considerando as conclusões anteriores, estabeleceram-se sectores nas áreas de estudo predefinidas. Deste modo, tentou fazer-se um estudo que contornasse o mais possível os edifícios da quinta. Os sectores alvo foram os que se encontram assinalados na figura 4.11, correspondendo a uma área de aproximadamente 6000m².

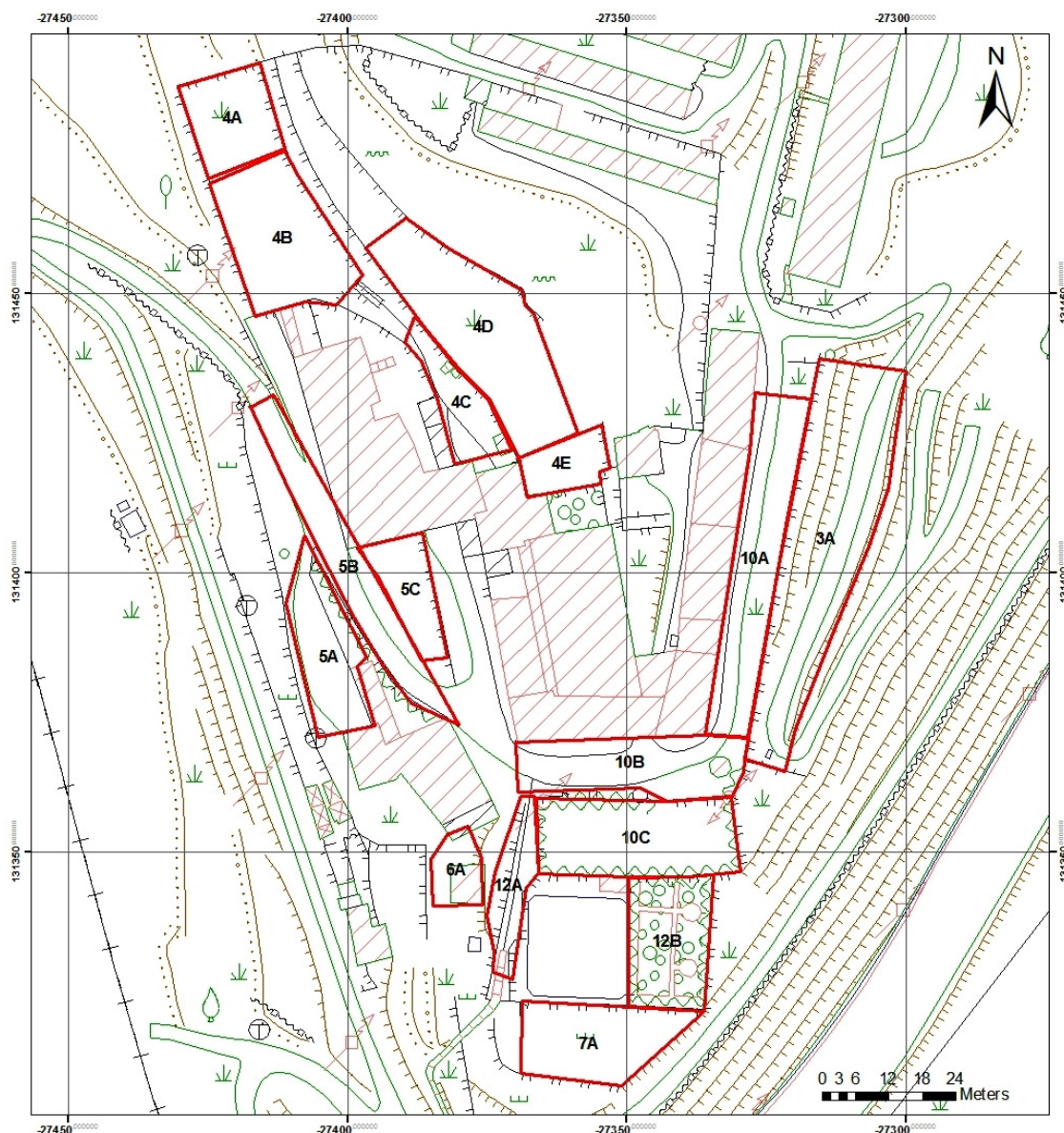


Figura 4.11 – Sectores onde foram adquiridos dados de magnetometria (datum 73 Hayford Gauss IPCC).

Para a maioria das áreas, foi usada uma malha de 1x1m, com o objectivo de melhorar a resolução do sinal. Só nos sectores C, D e E da área 4 se implantou uma malha 2x2m, por apresentar um potencial arqueológico mais baixo.

O primeiro passo foi sempre a criação da malha, com auxílio de estacas de madeira e de fitas métricas (figura 4.12). Passando para uma fase de aquisição de dados ao longo dos perfis. O processo terminava com o descarregar dos dados do magnetómetro para um PC portátil, para se poder iniciar noutra área.



Figura 4.12 – Campanha de prospecção magnética na área 6, sector A (em cima e em baixo) e na área 10, sector A (à direita).

Este trabalho de campo foi sempre realizado por duas pessoas (figura 4.13), o que facilitou não só a implantação das malhas como também a fiabilidade dos dados adquiridos pelo magnetómetro de protões.

A duração da prospecção magnética acabou por se revelar um pouco mais demorada do que o inicialmente esperado, devido ao facto de se ter decidido apertar as malhas para 1x1m.



Figura 4.13 – Aquisição de dados, com o magnetómetro de protões em modo gradiómetro, na área 4, sector A (à esquerda) e na área 6, sector A (à direita).

4.4.1. Processamento e interpretação do sector C da área 10

Para exemplificar o processamento e a interpretação de dados da campanha da prospecção magnética, escolheu-se o sector C da área 10 (figura 4.14) por apresentar o mínimo de influência de materiais ferromagnéticos e estar inscrita numa zona de potencial arqueológico elevado, definida anteriormente com base na amostragem da fracção grosseira dos solos.



Figura 4.14 – Fotografia do sector C da área 10, apelidado de Picadeiro Exterior.

4.4.1.1. Processamento

Para que os dados pudessem ser convenientemente tratados, foi necessário assinalar todas as anomalias esperadas provocadas por ferro, que não fossem amovíveis, dentro do alcance de segurança de 10m, que tinham sido devidamente identificadas no local. Como complemento, foi usado também um detector de metais discriminador, cujo objectivo foi descartar anomalias provocadas por ferro metal.

A aquisição neste sector foi feita com a ajuda de uma estação base, onde se efectuaram três medições antes de se iniciar cada perfil.

A malha implantada foi de 1x1m e as leituras realizadas ao longo dos perfis, sempre no sentido E-W.

Na figura 4.15, está representada a malha com as leituras posicionadas, conforme se exportaram para o computador portátil. As primeiras três leituras de cada perfil correspondem a registos da variação do campo magnético terrestre ao longo do tempo.

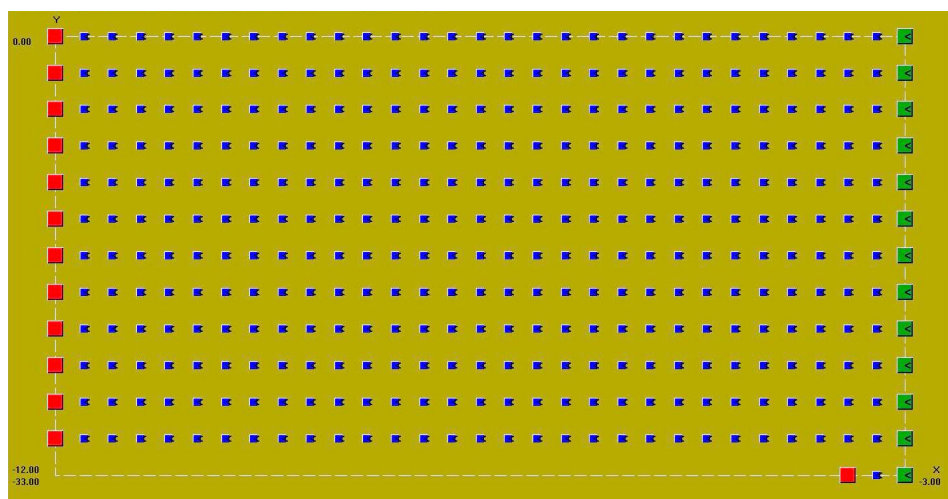


Figura 4.15 – Esquema da malha de prospecção magnética de campo total, realizada no patamar correspondendo ao sector C da área 10.

No programa MagMap2000 a função *despike* permite filtrar picos anómalos tanto local como globalmente. Para isso, podem ser usados os comandos *range despike* para eliminar um único pico ou o comando *despike setup* para eliminar todos os picos (figura 4.16).

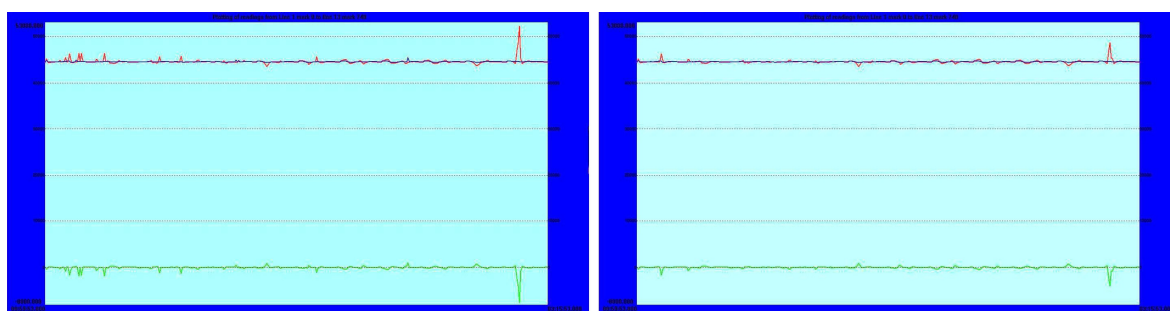


Figura 4.16 – Representação do campo magnético terrestre ao longo da malha, referente às leituras do sensor inferior (a vermelho), superior (a azul) e ao gradiente vertical (a verde), tal como foram adquiridos (à esquerda) e depois de tratados (à direita) com *despike*.

Neste caso, quando um pico é identificado, é necessário definir limites no processo de edição de modo a que os dados actuais não sejam alterados. Isto é feito estabelecendo os parâmetros de edição dos picos usando o comando *despike setup*, que por defeito apresenta valores de 5000 nT e 1 leitura.

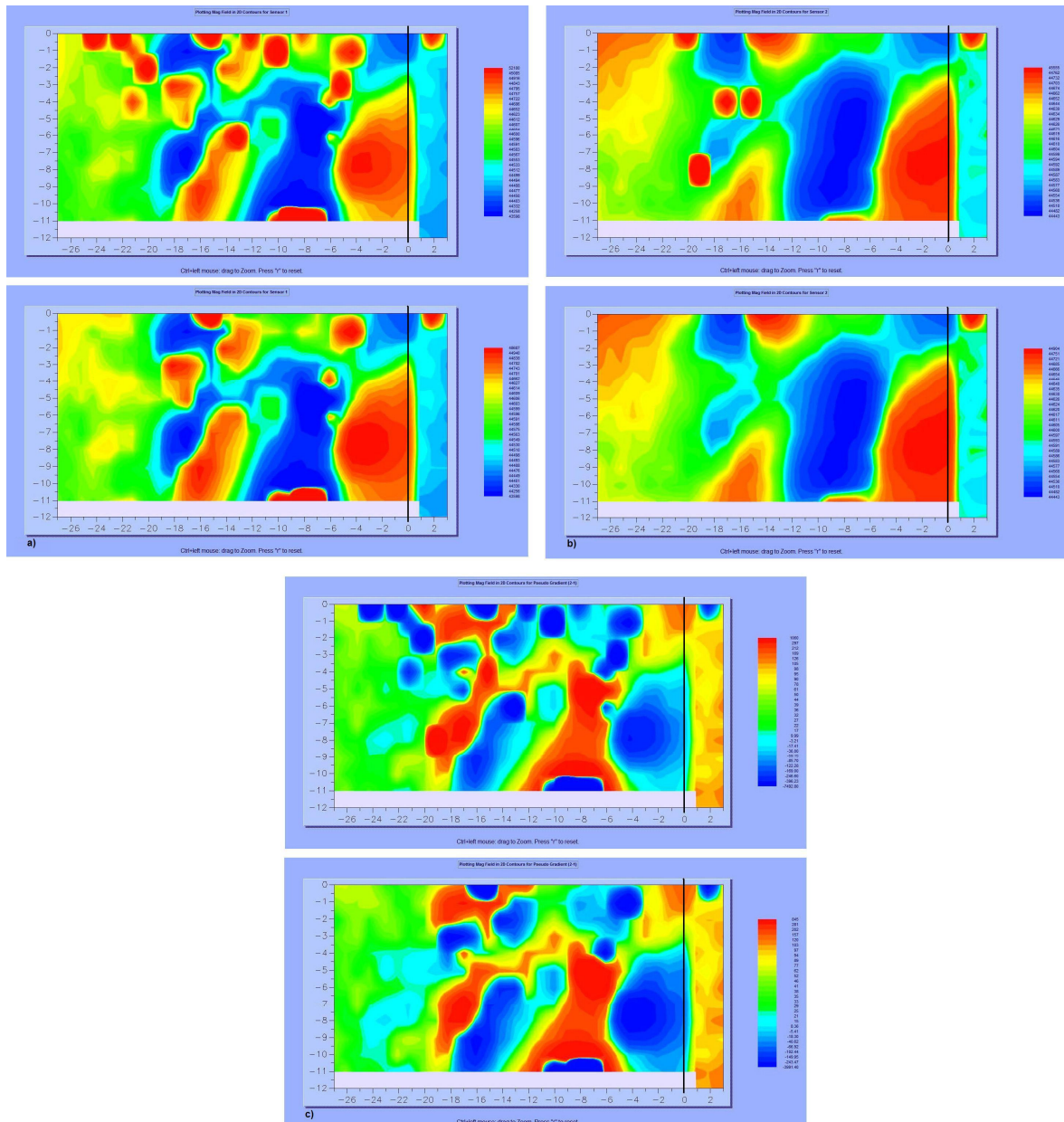


Figura 4.17 – Sensores inferior (a), superior (b) e gradiente vertical (c), antes e depois do *despike*.

Na figura 4.17, apresenta-se na plataforma MagMap2000 os dados relativos ao campo no sensor de baixo, sensor de cima e o gradiente vertical, correspondente à diferença entre o sensor de cima e o de baixo. Uma vez que as três leituras na base se efectuaram antes de cada perfil E-W, optou-se por representar esses dados em linha pelo que as leituras com abcissas positivas correspondem a esses valores, enquanto a escala de tempo coincide com a escala das ordenadas, no sentido negativo.

No primeiro perfil, obtiveram-se três leituras, em que o ponto intermédio (2,0) corresponde a ruído provocado pelo equipamento. Existe uma variação nas leituras da base de cerca de 400nT. Idêntico a este ponto invulgar, existem nas imagens outros semelhantes que foram removidos com o processamento *despike*. Na banda referente à base nota-se uma variação diurna de cerca de 24nT no sensor de baixo e cerca de 5nT no sensor superior, enquanto que no gradiente vertical a variação ao longo do tempo é muito menor do que o valor absoluto de cerca de 100nT. Este local escolhido para analisar a variação dos dados geofísicos está situado sobre um local anómalo e permite concluir sobre a independência temporal do gradiente magnético. Conhecendo os valores de variação diurna encontrada pode verificar-se que a intensidade das anomalias é muito superior a esta.

4.4.1.2. Interpretação

Para interpretar quantitativamente as anomalias, recorreu-se ao MagPick para onde foram importados os dados resultantes do tratamento em MagMap2000. De um modo geral, o MagPick oferece duas opções básicas para seleccionar pontos específicos na rede, uma manual e outra automática. Estes pontos têm muita importância porque são usados como posições iniciais para procurar esferas ou linhas magnetizadas. Depois de ajustar as dimensões, usou-se o comando *simple pick*, pois esta interpretação do campo magnético assume que a fonte se situa entre um mínimo e um máximo do campo. Estas marcações devem ser sempre realizadas da maior intensidade para a menor.

Usando o comando *pick into targets*, o programa vai estabelecer um ponto médio entre estes valores máximo e mínimo. Simultaneamente é gerada uma tabela onde são identificadas as coordenadas e a profundidade dos corpos esféricos.

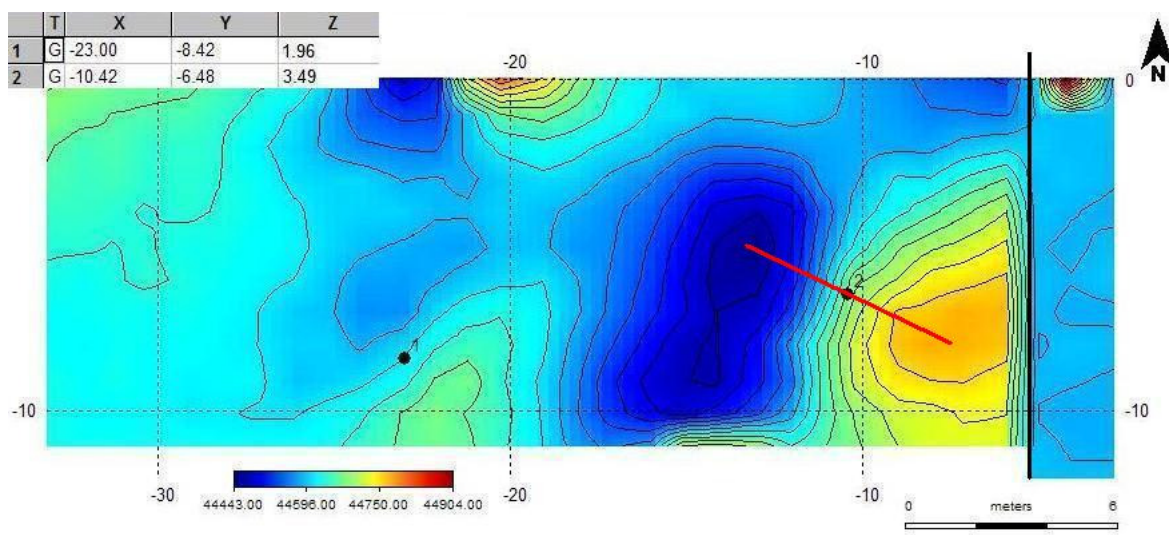


Figura 4.18 – Resultados após tratamento dos dados no MagPick, do sector C da área 10, obtidos a partir do sensor superior.

Nas tabelas acopladas aos mapas, os valores de x e y referem-se às coordenadas locais destes pontos. O valor de z indica a profundidade em metro. No entanto, conforme as leituras tenham sido realizadas pelo sensor superior ou inferior, a este valor deve subtrair-se-lhe a distância à qual estes se encontravam relativamente à superfície do terreno. A distância do sensor inferior ao solo é de 0,75m e a distância entre sensores é de 1,93m.

Com base nisto, os pontos 1 e 2 correspondentes aos centros das esferas que modelam os corpos ferromagnéticos, representados na figura 4.18 estarão possivelmente a -0,72m e a 0,81m, respectivamente.

Dado que ocorrem resultados de profundidades negativas implicando corpos situados acima da superfície topográfica, conclui-se que para o sensor superior, posicionado a 2,68m do terreno, o modelo esférico não se aplica convenientemente. Esta conclusão leva a tomar os valores de profundidade estimada como sendo de baixa precisão. Não obstante, a localização em planta do centro dos corpos ferromagnéticos deve ser tida em conta.

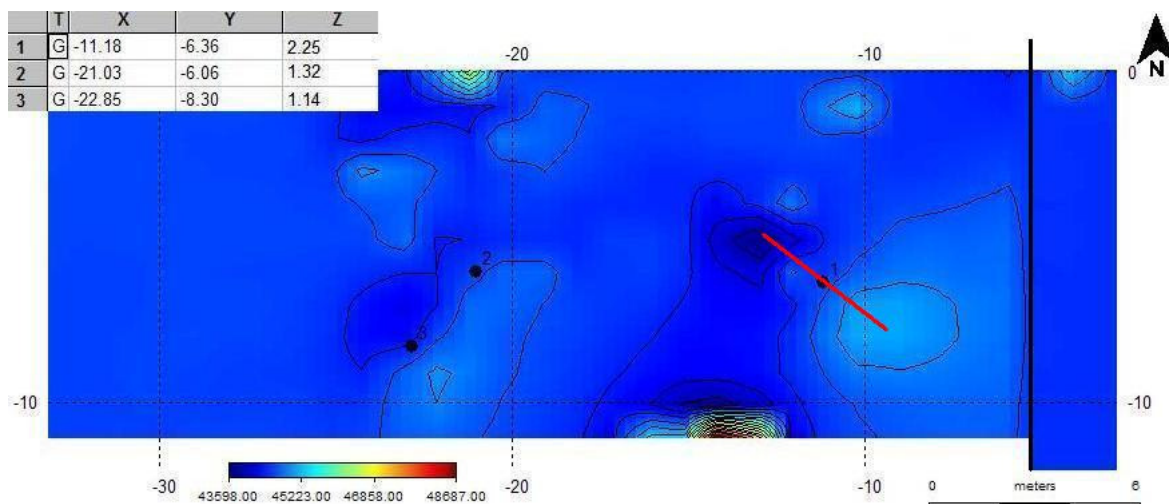


Figura 4.19 – Resultados após tratamento dos dados no MagPick, do sector C da área 10, obtidos a partir do sensor inferior.

No caso dos dados a partir do sensor inferior (figura 4.19), as profundidades estimadas para os pontos 1, 2 e 3 são de 1,50m, 0,57m, e 0,39m respectivamente. Neste caso não ocorrem corpos interpretados acima da superfície topográfica, mas os resultados são mais plausíveis.

Os pontos assinalados a menor profundidade poderão estar relacionados com tubagens para transporte de água, enquanto que os apontados a maior profundidade correspondem a uma estrutura ferromagnética que poderá ser um forno.

Posteriormente, recorrendo a dados de georadar adquiridos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto referentes ao mesmo sector C da área 10, tentou obter-se mais informação e corroborar que estas anomalias poderão estar relacionadas com um antigo forno da fábrica de vidro.

Nestes dados processados pelo Professor Fernando Almeida (figura 4.20) podem ser observados reflectores relacionáveis com a estrutura ferromagnética, provavelmente um forno, tanto na sua localização como na sua profundidade, que parece estar compreendida entre os 1,70m e os 2,50m.

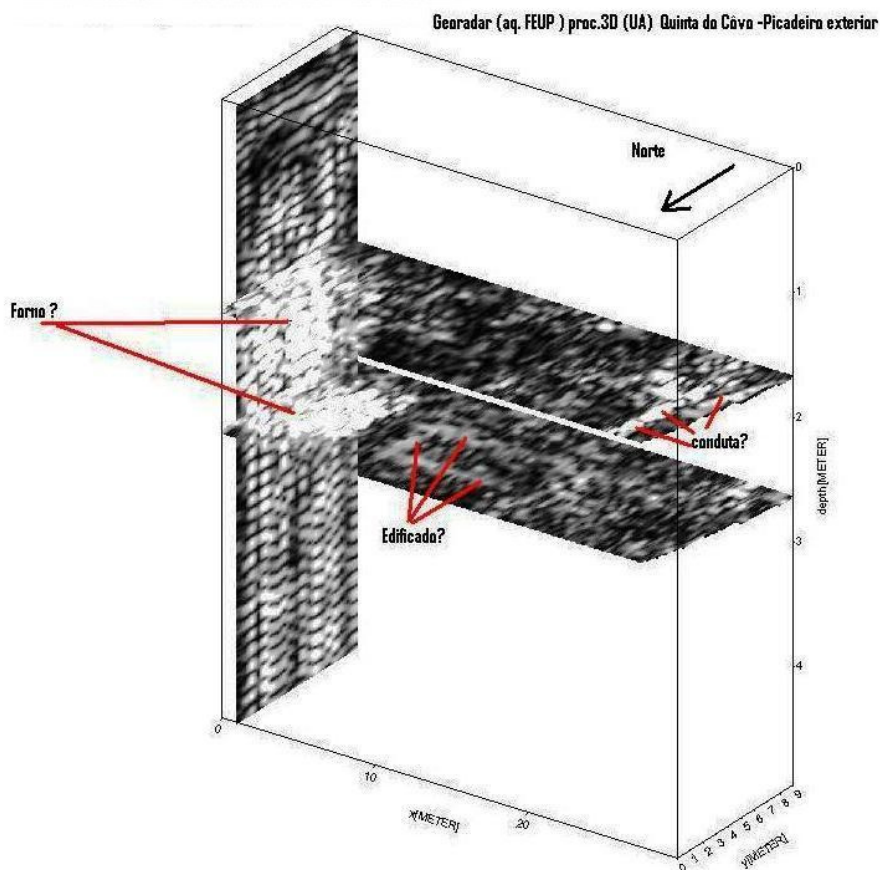


Figura 4.20 – Processamento e interpretação dos dados de georadar provenientes do Picadeiro Exterior, que corresponde ao sector C da área 10.

Relativamente à figura 4.20, pelos 2,60m de profundidade pode-se visualizar um reflector com uma forma geométrica rectangular, que poderá estar relacionada com edificado que outrora aí terá existido.

Por volta dos 1,70m, é detectado um alinhamento com extensão considerável, que poderá estar directamente ligado a alguma conduta, túnel ou alicerces de um edifício antigo.

O magnetismo remanescente está relacionado com o magnetismo que fica registado em minerais magnéticos e cuja polaridade indica a orientação do campo magnético terrestre aquando da formação ou reorganização interna destes minerais abaixo da temperatura de Curie.

Analisando as figuras 4.18 e 4.19 tendo em conta que a direcção entre os máximos e os mínimos dipolares é cerca de 30°W, poderá supor-se que a anomalia seja explicada por forte magnetização remanescente (superior à

induzida segundo a declinação actual de cerca de 5°W), provavelmente um forno que arrefeceu na data estimada entre o século XVIII e o século XIX, de acordo com a figura 4.21. Esta abordagem é baseada no facto dos dipolos magnéticos anómalos terem uma orientação com uma declinação magnética elevada para oeste.

A figura 4.21 mostra as variações da direcção (declinação) e da inclinação do Campo Magnético Terrestre em França durante os últimos três milénios, onde todos os dados foram reduzidos a Paris (Le Goff, 1990; Le Goff et al., 1992).

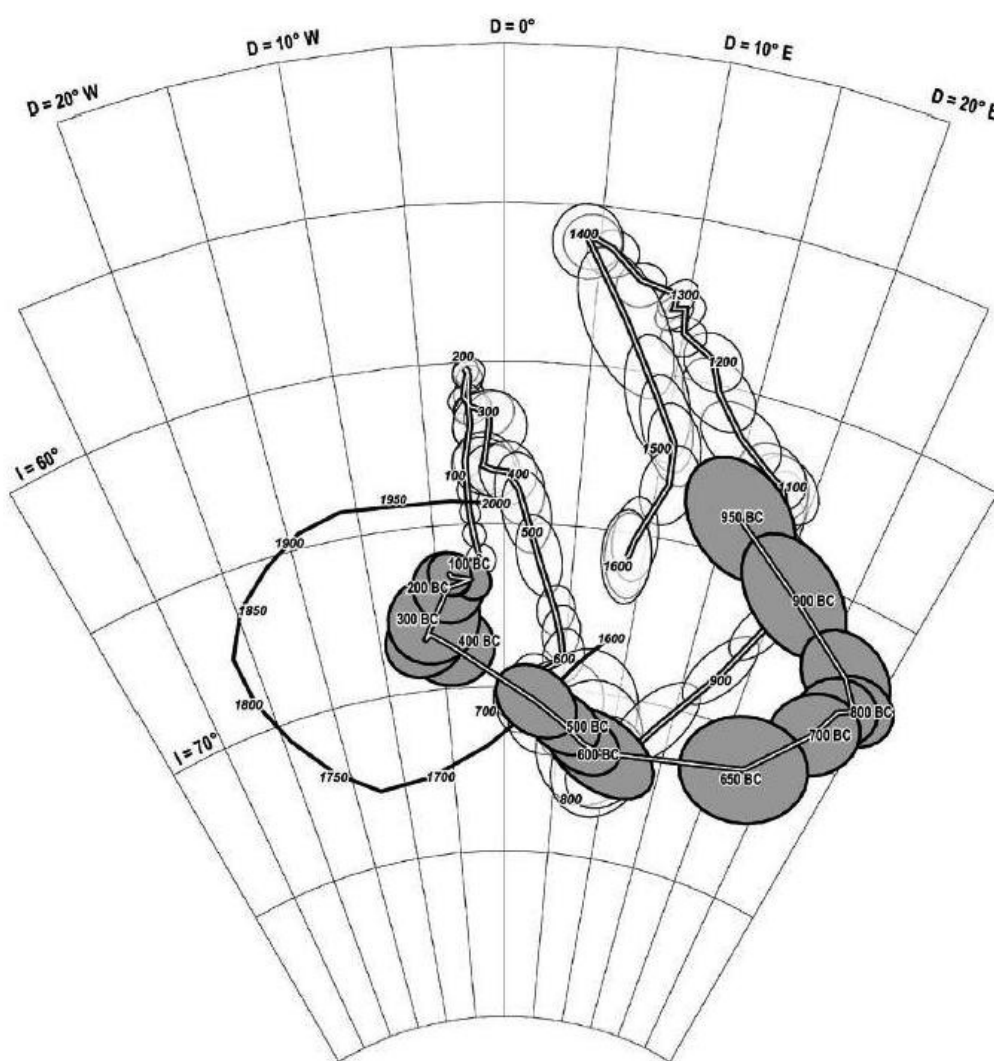


Figura 4.21 – Variações da direcção e da inclinação do Campo Magnético Terrestre em França durante os últimos três milénios, com todos os dados reduzidos a Paris (Le Goff, 1990; Le Goff et al., 1992).

4.4.2. Processamento e interpretação da área total

O procedimento adoptado para o sector C da área 10 foi o mesmo para todos os sectores das restantes áreas exceptuando o uso da base para controlo da variação diurna e o cruzamento com informação de georadar.

Na figura 4.22, apresentam-se os valores do sensor superior, sensor inferior e do gradiente magnético.

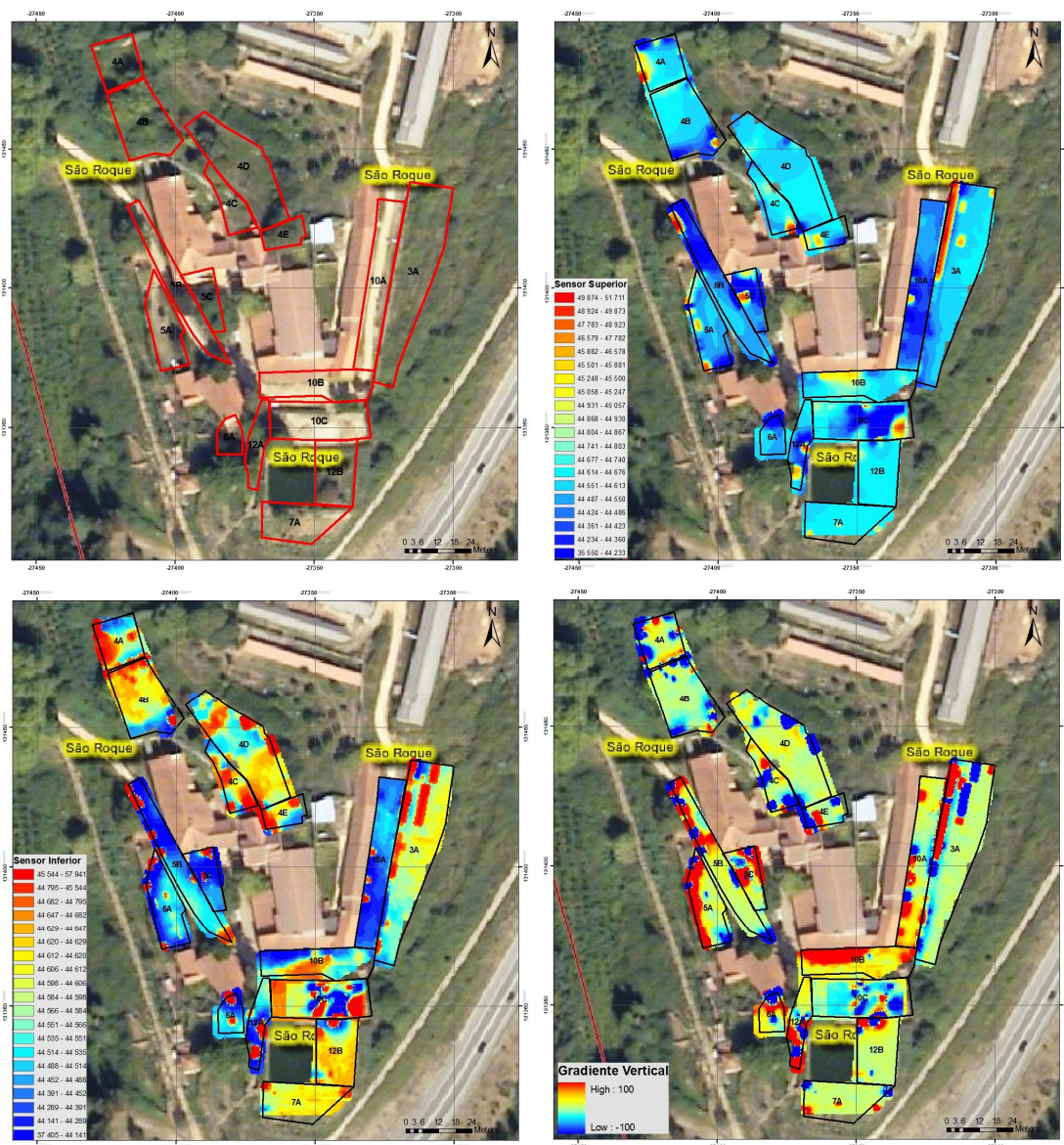


Figura 4.22 – Representação no ArcMap do campo magnético terrestre após *despike*, no sensor de cima, no sensor de baixo e do gradiente vertical, no datum 73 Hayford Gauss IPCC.

Na primeira abordagem da análise das imagens relativas ao campo magnético no sensor superior, concluímos que só no sector C da área 10 se detectou uma anomalia proeminente sem explicação imediata; todas as outras anomalias de igual intensidade foram explicadas quer pela presença de ferro metal no raio de 10m, assim como pela existência de desníveis topográficos acentuados.

Em seguida, identificam-se em cada sector das diferentes áreas, as anomalias obtidas tendo em conta em primeira análise a assinatura dipolar do gradiente vertical, seguida da análise dos sensores inferior e superior. Nos sensores superior e inferior, interpretaram-se as anomalias dipolares considerando valores anómalos positivos (superiores ao campo regional) situados a sul do centro do corpo anómalo e negativos (inferiores ao campo regional) situados a norte do mesmo.

Área 3

No sector 3A podem ser observadas várias anomalias que parecem estabelecer um alinhamento entre si. No entanto, foram relacionadas com o desnível em cota, da malha onde se adquiriram as leituras do campo magnético terrestre e com materiais em ferro amovíveis que aí se detectaram.

Área 4

Nos sectores 4A e 4B todas as anomalias magnéticas detectadas eram esperadas, porque durante o processo de aquisição de dados estas foram devidamente identificadas. Estas estão relacionadas com um portão, várias barras em ferro e também a um muro no limite entre os dois sectores contendo peças em ferro, ao longo de toda a sua extensão.

No sector 4C foram detectadas anomalias, mas também relacionadas com o ferro metal existente numa barra e um prato de antena parabólica.

No sector 4D registaram-se algumas anomalias devidas a ferro metal.

No sector 4E, as anomalias observadas estão relacionadas com a existência de ferro metal.

Área 5

No sector 5A desta área, correspondendo ao parque de estacionamento da Quinta do Côvo, as anomalias identificadas parecem estar relacionadas com

barras em ferro e com uma vedação metálica que contorna este sector do lado poente.

No sector 5B, as anomalias também foram ligadas a uma vedação e a barras de ferro que acompanham o sector até ao parque de estacionamento.

No sector 5C as anomalias poderão estar ligadas à estrutura de um baloiço em ferro aí existente e a ferro metal localizado na parte norte do sector, junto ao edifício.

Área 6

No sector 6A, local onde está o engenho hidráulico para fragmentação da matéria prima, relacionou-se uma anomalia com uma barra de ferro. No mesmo sector e que pode ser observado na figura 4.22, nos dados do sensor inferior e no gradiente vertical, está registada a cavidade por baixo do engenho.

Área 7

No sector 7A, patamar inferior ao patamar do tanque, as anomalias são devidas à existência de ferro metal.

Área 10

No sector 10A desta área, estas anomalias eram esperadas e parecem estar relacionadas com as grades de ferro das janelas e de uma porta existentes ao longo de todo o sector.

No sector 10B, também se registaram várias anomalias que eram esperadas e provenientes de grades de ferro de janelas, uma caixa de água em ferro, uma grade de ferro situada na superfície do terreno em frente à entrada para o picadeiro e também da fonte que contem peças de ferro. Por outro lado, pode ser observado um alinhamento praticamente coincidente com dois edifícios existentes na área 5.

O sector 10C desta área foi aquele que despertou mais atenção, pois foram aí detectadas algumas anomalias que não eram esperadas. A anomalia sensivelmente no centro do sector apresenta um alinhamento quase paralelo ao registado no sector anterior, mas que se poderá tratar de tubagens.

Área 12

No sector 12A, todas as anomalias eram esperadas por aí se encontrar ferro metal.

No sector 12B desta área, das anomalias identificadas, duas eram esperadas e correspondentes a dois portões de ferro, um de acesso ao patamar superior e outro de acesso ao tanque. Foi na esquina SW deste sector que se detectou uma anomalia no sensor inferior, não explicada por ferro metal.

Além dos pontos referenciados onde seria esperado haver anomalias, foi necessário ir ao local para descartar anomalias associadas ao ferro metal. Para isso, recorreu-se a um detector de metais cedido pelo Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Com base nesta interpretação, assinalaram-se nas figuras 4.23 e 4.24 as anomalias (pontos, alinhamentos e áreas) consideradas como tendo potencial interesse arqueológico.

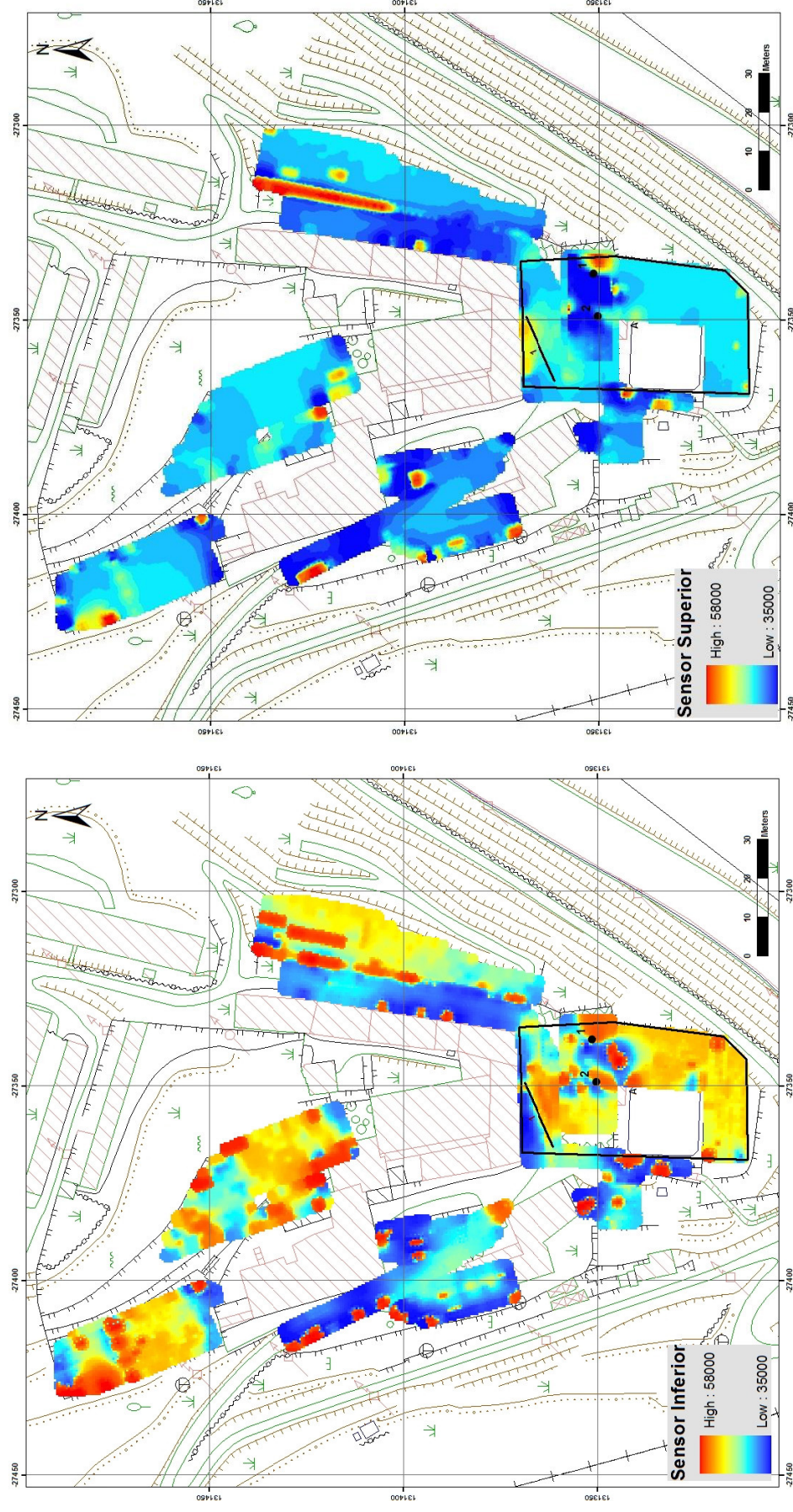


Figura 4.23 – Representação do potencial arqueológico com base nos valores do campo magnético terrestre no sensor inferior (à esquerda) e no sensor superior (à direita), no datum 73 Hayford Gauss IPCC.

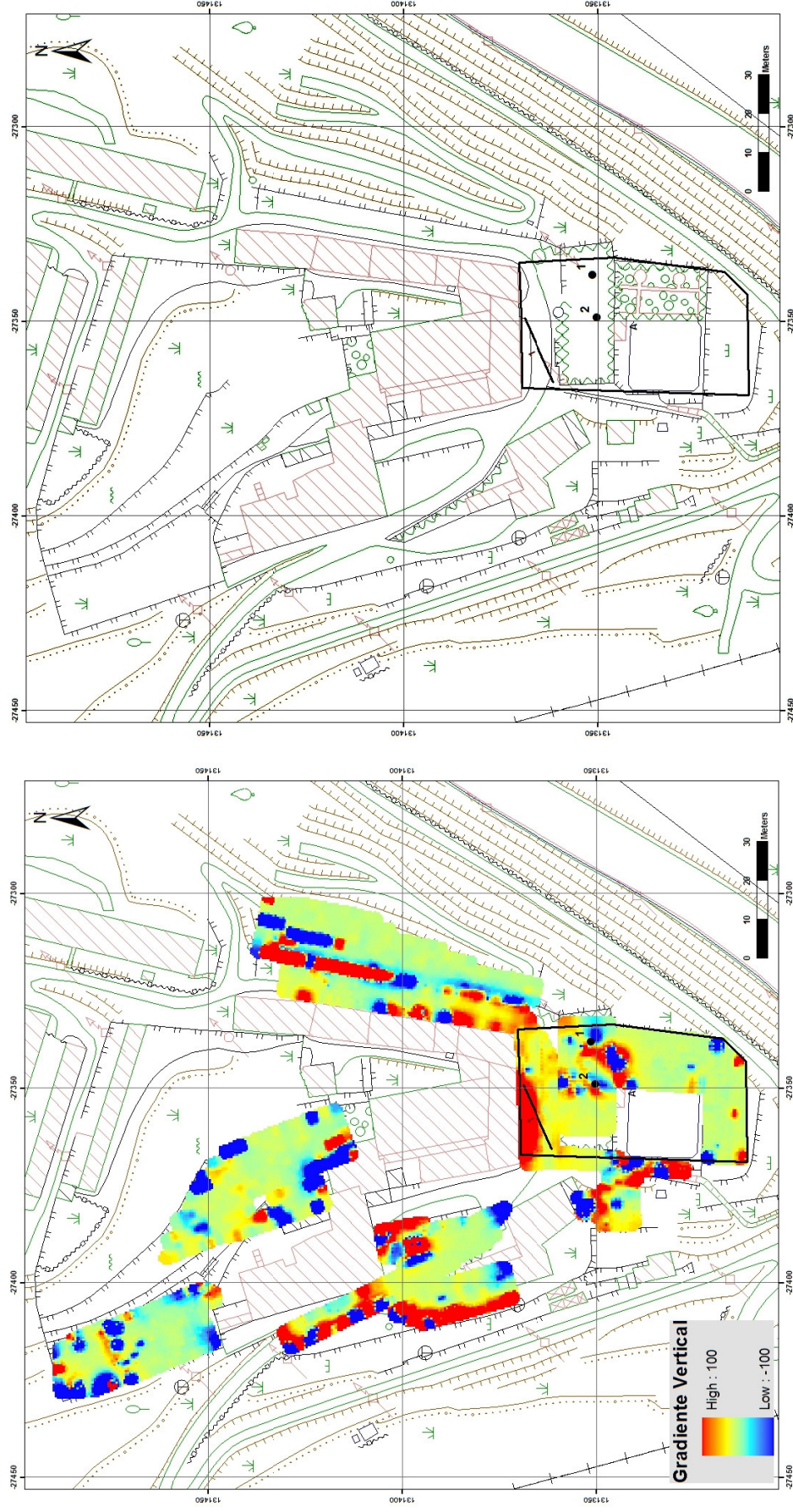


Figura 4.24 – Representação do potencial arqueológico com base nos valores do campo magnético do gradiente vertical (à esquerda) e a mesma representação na planta da Quinta do Côvo (à direita), no datum 73 Hayford Gauss IPCC.

4.5. Conclusões do capítulo

A prospecção geofísica revelou-se muito importante para o cumprimento dos objectivos propostos inicialmente, mas foi graças aos métodos usados anteriormente (reconhecimento do terreno e amostragem de solos) e à sua utilização conjunta que foram seleccionadas as áreas onde se realizaram trabalhos de prospecção geofísica.

De todas as áreas alvo de prospecção magnética, a correspondente ao Picadeiro Exterior localizado no sector C da área 10, foi aquela que mostrou ter maior potencial arqueológico. Foi nela que após a finalização da campanha de prospecção geofísica, se centraram as atenções com o objectivo de tentar dar respostas mais precisas quanto às anomalias e reflectores observados nesse patamar.

Uma lição que se pode retirar deste capítulo é o modo como o método magnético e o método georadar se complementam, revelando-se de extrema importância e uma mais valia para este projecto.

5. CONCLUSÕES

O software ArcGIS é uma ferramenta muito importante para criação de uma base de dados que reúna toda a informação pertinente relativa ao trabalho, como foi o caso da topografia, cartografia, geologia, geomorfologia. No que respeita à representação dos resultados obtidos, sejam eles a 2D ou 3D, revelou-se de grande importância ao nível da interpretação, compreensão e visualização tanto na análise global abrangendo toda a área da quinta como na análise local à volta do edificado.

O reconhecimento do terreno revelou-se muito útil na percepção da zona da quinta e na maneira como se realizaram as escolhas das sub-áreas de estudo, onde foram usados os diferentes métodos de trabalho.

A inserção do método de amostragem, uma metodologia inovadora aplicada à arqueologia, revelou-se uma mais valia, para compreender melhor onde e como estariam distribuídas as infra-estruturas da antiga Fábrica de Vidros do Côvo. Da utilização deste método, foi possível limitar duas áreas com potencial interesse arqueológico. A própria catalogação da fracção graúda das amostras, recorrendo a um sistema simples, permitiu obter uma representação de dados eficaz e uma interpretação fiável. Mais dados importantes se poderão obter do estudo geoquímico da fracção fina do solo, que está em progresso no âmbito do estudo global cooperativo entre a Câmara Municipal de Oliveira de Azeméis, a Universidade de Aveiro e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Realizou-se uma campanha de prospecção magnética com o magnetómetro de protões nas áreas de estudo e deu-se especial atenção àquelas que despertaram interesse aquando da fase de amostragem. Na fase de utilização deste método, revelou-se muito importante a preparação da malha, a fiabilidade da aquisição dos dados por parte do operador do magnetómetro e também a identificação de anomalias esperadas provocadas por ferro metal, importantes para a celeridade na interpretação dos dados magnéticos da campanha.

A prospecção magnética proporcionou a identificação de áreas com interesse neste estudo, onde foi usado o georadar com uma antena de 250MHz, que detectou estruturas até uma profundidade de cerca de 3m e permitiu visualizar imagens em tempo real, revelando ser um método fundamental para a detecção de infra-estruturas neste local de trabalho.

De um modo global, uma conclusão que se pode tirar deste trabalho, é a importância da combinação destas diferentes metodologias usadas para uma melhor obtenção e interpretação de resultados.

O objectivo deste projecto era o de identificar alvos com potencial arqueológico, para que se possa prosseguir com trabalhos de prospecção arqueológica. Nesse sentido, sugere-se que as escavações incidam sobre o sector C da área 10, nos pontos 1 e 2 assinalados nas figuras 4.23 e 4.24 e sobre o alinhamento do georadar. Posteriormente, cruzando informação da escavação arqueológica com os dados magnéticos poder-se-á passar a uma fase de reinterpretação de todas as anomalias detectadas para melhorar a contribuição geofísica para o projecto global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliotheca de Instrução Profissional – Industria do Vidro, Lisboa, (1924);

COSTÓDIO, J., (2002): A Real Fábrica de Vidros de Coima (1719-1747) e o vidro em Portugal nos séculos XVII e XVIII, Lisboa: IPPAR;

COSTA, P., (1955-1956): “Subsídios para a história da indústria vidreira no Concelho de Oliveira de Azeméis (Casa e Fábrica do Côvo e continuadores desta no Concelho de Oliveira de Azeméis)”, in Arquivo do Distrito de Aveiro, vols. XX e XXI, Aveiro;

GALLET, Y., **GENEVEY**, A. and **LE GOFF**, M., (2002): Three millennia of directional variation of the Earth's magnetic field in Western Europe as revealed by archaeological artefacts;

GEOMETRICS INC., (2007): G-856 Memory-Mag™ Proton Precession Magnetometer – Operation Manual, disponível em www.geometrics.com;

GEOMETRICS INC., (2002): MagMap2000 – User Guide, disponível em www.geometrics.com;

GEOMETRICS INC., (2004): MagPick – Magnetic map and profile processing User Guide, disponível em www.geometrics.com;

Informações para a Estatística Industrial: Publicadas pela Repartição de Pesos e Medidas – Distrito de Aveiro, Lisboa, Imprensa Nacional, (1867);

Jornal dedicado à 6ª Festa de Confraternização dos que trabalham no Centro Vidreiro, Centro Vidreiro – Oliveira de Azeméis, (1954);

LE GOFF, M., (1990) : Lissage et limites d'incertitude des courbes de migration polaire: pondération des données et extension bivariante de la statistique de Fisher. C. R. Acad. Sci. Sér. II;

LE GOFF, M., **HENRY**, B., **DALY**, L., (1992): Practical method for drawing a VGP path. Phys. Earth Planet;

LOUP, M., (2009): As fontes de energia, as inovações tecnológicas e as dinâmicas industriais, em Portugal, nos séculos XIX e XX: Caso da Indústria do Vidro – Tese de doutoramento a apresentar na Universidade de Vigo;

PEREIRA, E., **GONÇALVES**, L., **MOREIRA**, A., (1980): Mapa e Notícia Explicativa da Folha 13-D (Oliveira de Azeméis) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50000, Serviços Geológicos de Portugal, Direcção-Geral de Geologia e Minas, Lisboa;

<http://ortos.igeo.pt/ortofotos/> (Dezembro 2008)

<http://papagaioazul.weblog.com.pt/arquivo/Jasmim%20009a.JPG> (Janeiro 2009)

<http://portalgeografico.cm-oaz.pt/> (Fevereiro 2009)

<http://www.geometrics.com/geometrics-products/geometrics-magnetometers/download-magnetometer-software/> (Maio 2009)

ANEXOS

Anexo 1 – Amostras do solo da Quinta do Côvo

| Amstr | Ponto | P0 (m) | P1 (m) | |
|-------|----------|--------------------------|--------|---------------------------|
| 1 | Covo1 | 0.00 | 0.40 | |
| 2 | Covo2 | 0.00 | 0.25 | |
| 3 | Covo3 | 0.00 | 0.25 | |
| 4 | Covo4 | 0.00 | 0.20 | |
| 5 | Covo5 | 0.00 | 0.16 | |
| 6 | Covo6 | 0.00 | 0.24 | |
| 7 | Covo7 | 0.00 | 0.20 | |
| 8 | Covo8 | 0.00 | 0.25 | |
| 9 | Covo9 | 0.00 | 0.20 | |
| 10 | Covo18A | 0.00 | 0.20 | |
| 11 | Covo19 | 0.00 | 0.30 | |
| 12 | Covo20A | 0.00 | 0.30 | |
| 13 | Covo20C1 | 0.00 | 0.30 | |
| 14 | Covo21 | 0.00 | 0.30 | |
| 15 | Covo22 | 0.00 | 0.30 | |
| 16 | Covo23 | 0.00 | 0.35 | |
| 17 | Covo24A | 0.00 | 0.20 | |
| 18 | Covo25A | 0.00 | 0.20 | |
| 19 | Covo33 | 0.00 | 0.35 | |
| 20 | Covo34 | 0.00 | 0.20 | |
| 21 | Covo35A | 0.00 | 0.20 | |
| 22 | Covo36A | 0.00 | 0.15 | |
| 23 | Covo37 | 0.00 | 0.40 | |
| 24 | Covo38 | 0.00 | 0.40 | |
| 25 | Covo39 | 0.00 | 0.15 | |
| 26 | Covo40 | 0.15 | 0.25 | |
| 27 | Covo41 | 0.00 | 0.40 | |
| 28 | Covo42 | 0.00 | 0.40 | |
| 29 | Covo43A | 0.00 | 0.20 | |
| 30 | Covo44 | 0.00 | 0.50 | |
| 31 | Covo45 | 0.00 | 0.45 | |
| 32 | Covo46 | 0.00 | 0.50 | |
| 33 | CovoVM1 | Vidro Verde | | Amostra 45 |
| 34 | CovoVM2 | Vidro Azul | | Amostra 41 |
| 35 | CovoVM3 | Vidro Branco (Incolor) | | Amostras 45 e 47A |
| 36 | CovoVF1 | Vidraça Azul | | Amostras 24A, 37, 42 e 45 |
| 37 | CovoVF2 | Vidraça Branca (Incolor) | | Amostras 20C1 e 20C2 |
| 38 | CovoQZR | Quartzo Arredondado | | Amostra 18B |
| 39 | CovoQZL | Quartzo Alongado | | Amostras 42 e 47A |

Anexo 2 – Detalhe dos métodos do plano de trabalho

| IDENTIF. ÁREA ESTUDO | TIPO | MÉTODO | LARGURA DA MALHA (m) | ÁREA TOTAL (m²) | PREP. DA MALHA (Horas) | EXECUÇÃO | | DURAÇÃO TOTAL | |
|----------------------------|------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------|-------------|---------|---------------|-------------|
| | | | | | | (Horas) | (Horas) | (Horas) | (Dias) |
| 1 | Florestada | Magnético | 2X2 | 3 932 | 1.0 | 1.4 | | 2.4 | 0.4 |
| 2 | Florestada | Magnético | 2X2 | 7 153 | 1.5 | 2.5 | | 4.0 | 0.7 |
| 3 | Florestada | Magnético | 2x2 | 10 684 | 2.0 | 3.7 | | 5.7 | 0.9 |
| 4 | Florestada | Magnético | 1X1 | 4 787 | 1.0 | 19.9 | | 20.9 | 3.5 |
| 5 | Florestada | Magnético | 1X1 | 3 892 | 1.0 | 16.2 | | 17.2 | 2.9 |
| 6 | Florestada | Magnético | 1X1 | 1 208 | 0.5 | 5.0 | | 5.5 | 0.9 |
| 7 | Florestada | Magnético | 1X1 | 950 | 0.5 | 4.0 | | 4.5 | 0.7 |
| 8 | Florestada | Reconhecimento do terreno | ----- | 26 465 | 0.0 | 4.0 | | 4.0 | 0.7 |
| 9 | Edificada | Georadar (GPR) | 0.2x0.2 | 853 | | | | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Edificada | Georadar (GPR) | 0.2x0.2 | 2 028 | | | | 0.0 | 0.0 |
| 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11 e 12 | Florestada | Amostragem de solos | ----- | ----- | 1.5 | 3.0 | | 4.5 | 0.8 |
| 11 | Edificada | ----- | ----- | 1 561 | ----- | ----- | | ----- | ----- |
| 12 | Edificada | ----- | ----- | 2 944 | ----- | ----- | | ----- | ----- |
| 13 | Edificada | ----- | ----- | 3 902 | ----- | ----- | | ----- | ----- |
| TOTAIS | | | | 70 360 | 9.0 | 59.6 | | 68.6 | 11.4 |

OBS: Magnética → Prospecção Magnética de Campo Total com magnetômetro de protões.

DURAÇÃO TOTAL (Dias) → Considerando um dia de trabalho de 6 horas.

Anexo 3 – Síntese das fases de trabalho

| FASE | ÁREA(S) | MÉTODO | DATA (d/m/a) | ÁREA TOTAL (m²) | DURAÇÃO TOTAL | |
|-------|----------------------------------|--|-----------------|--------------------|---------------|--------|
| | | | | | (Horas) | (Dias) |
| 1 | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 e 12 | Reconhecimento do terreno + Amostragem de solos | | 26 000 | 8.5 | 2 |
| 2 | 1, 2 e 3 | Prospecção magnética de campo total de malha larga (2x2m) | | 22 000 | 12.0 | 2 |
| 3 | 4, 5, 6 e 7 | Prospecção magnética de campo total de malha apertada (1x1m) | | 11 000 | 48.2 | 8 |
| 4 | 9 e 10 | Georadar (GPR) | | 3 000 | | |
| 5 | Todas | Análise e interpretação dos dados da campanha de campo | | 62 000 | 60.0 | 8 |
| TOTAL | ----- | ----- | ----- | 62 000 | 128.7 | 20 |